

**lek. Dominika Jaguś**

**Ocena struktur anatomicznych twarzy, za pomocą ultrasonograficznego badania  
wysokich częstotliwości, w aspekcie wybranych zabiegów z chirurgii plastycznej,  
rekonstrukcyjnej i medycyny estetycznej**

**Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu  
w dyscyplinie nauki medyczne**

Promotor: dr hab. n. med. Robert Krzysztof Młosek

Pracownia Diagnostyki Ultrasonograficznej

Zakład Radiologii Pediatrycznej

Wydział Lekarsko-Stomatologiczny

Warszawski Uniwersytet Medyczny



Obrona rozprawy doktorskiej przed Radą Dyscypliny Nauk Medycznych  
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Warszawa 2024 r.

Słowa kluczowe: Ultrasonografia wysokich częstotliwości, ultrasonografia twarzy, anatomia twarzy

Keywords: high-frequency ultrasonography, facial ultrasound, facial anatomy

*Podziękowania*

*Panu Profesorowi Wiesławowi Jakubowskiemu i Panu Docentowi Robertowi Młoskowi  
za zaszczepienie pasji ultrasonograficznej.  
Pani Justynie Chyle za poddanie idei pracy doktorskiej.  
Pani Annie Pawłowskiej za obecność w najtrudniejszych momentach pisania pracy.  
Rodzicom Annie i Tomaszowi za umiejętność dążenia do celu.  
Siostrze Kai za ubogacenie pracy swoim wizerunkiem.  
Mężowi Marcinowi za pomoc w realizacji marzeń.*



## Spis treści

<b>Streszczenie .....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>9</b>
<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Anatomia prawidłowa wybranych struktur twarzy .....</b>	<b>13</b>
1.1.1. Mięśnie wyrazowe .....	13
1.1.2. Tętnice twarzy .....	21
<b>1.2. Fizyczne podstawy ultrasonografii .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3. Ultrasonografia dopplerowska .....</b>	<b>25</b>
<b>1.4. Ultrasonografia wysokich częstotliwości .....</b>	<b>27</b>
<b>1.5. Bezpieczeństwo badań ultrasonograficznych twarzy .....</b>	<b>28</b>
<b>1.6. Znaczenie kliniczne ultrasonografii twarzy .....</b>	<b>32</b>
1.6.1. Ultrasonografia twarzy w chirurgii rekonstrukcyjnej, plastycznej i mikronaczyniowej .....	32
1.6.2. Ultrasonografia twarzy w medycynie estetycznej .....	34
1.6.3. Ultrasonografia twarzy w dermatologii .....	34
1.6.4. Ultrasonografia twarzy w neurologii .....	35
1.6.5. Ultrasonografia twarzy w ortopedii i fizjoterapii .....	35
<b>1.7. Charakterystyka wypełniaczy tkankowych .....</b>	<b>36</b>
<b>2. ZAŁOŻENIA I CELE PRACY .....</b>	<b>42</b>
<b>3. MATERIAŁ I METODY BADANIA .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1. Materiał badawczy .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. Metoda badawcza .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3. Opis zebranych danych .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4. Metody analizy statystycznej .....</b>	<b>53</b>
3.4.1. Badania eksploracyjne .....	53
3.4.2. Badania związku pomiędzy zmiennymi ilościowymi (1 czynnik) .....	57

3.4.3.	Badania porównawcze obu grup (1 czynnik) .....	58
3.4.4.	Badania wieloczynnikowe (ogólne modele regresji) .....	65
3.4.5.	Wykorzystane narzędzia.....	66
<b>4.</b>	<b>WYNIKI.....</b>	<b>67</b>
<b>4.1.</b>	<b>Prezentacja anatomii ultrasonograficznej twarzy, wybranych mięśni mimicznych i tętnic</b>	<b>67</b>
<b>4.2.</b>	<b>Badania eksploracyjne.....</b>	<b>82</b>
4.2.1.	Charakterystyka danych do analizy statystycznej (zmienne niezależne i zależne)	82
4.2.2.	Podstawowe statystyki opisowe .....	84
<b>4.3.</b>	<b>Badania związku pomiędzy zmiennymi ilościowymi (1 zmienna niezależna) .....</b>	<b>88</b>
4.3.1.	Badania związku pomiędzy zmiennymi zależnymi a wiekiem .....	88
4.3.2.	Badania związku pomiędzy zmiennymi zależnymi a BMI .....	91
<b>4.4.</b>	<b>Badania porównawcze dwóch grup (1 zmienna niezależna).....</b>	<b>94</b>
4.4.1.	Badania porównawcze grupy kobiet i mężczyzn .....	94
4.4.2.	Badania porównawcze strony prawej i lewej .....	113
<b>4.5.</b>	<b>Badania wieloczynnikowe.....</b>	<b>132</b>
<b>5.</b>	<b>DYSKUSJA .....</b>	<b>143</b>
<b>5.1.</b>	<b>Porównanie statystyk opisowych z doniesieniami w literaturze .....</b>	<b>143</b>
<b>5.2.</b>	<b>Ocena związku pomiędzy zmiennymi zależnymi a BMI .....</b>	<b>150</b>
<b>5.3.</b>	<b>Porównanie badanych zmiennych w zależności od płci.....</b>	<b>151</b>
<b>5.4.</b>	<b>Porównanie badanych zmiennych w zależności od strony twarzy .....</b>	<b>152</b>
<b>5.5.</b>	<b>Wnioski z analizy wieloczynnikowej .....</b>	<b>155</b>
<b>6.</b>	<b>PODSUMOWANIE .....</b>	<b>156</b>
<b>Dodatek</b>	<b>.....</b>	<b>157</b>
<b>Dodatek A (wyniki współczynników korelacji)</b>	<b>.....</b>	<b>157</b>
	Zależność parametrów USG od wieku .....	157
	Zależność parametrów USG od BMI .....	159

<b>Dodatek B (wyniki sprawdzenia założeń dla badania porównawczego grupy kobiet i mężczyzn) .....</b>	<b>162</b>
<b>Dodatek C (wyniki sprawdzenia założenia dla badania porównawczego strony prawej i lewej) 167</b>	
<b>Spis skrótów .....</b>	<b>169</b>
<b>Spis tabel.....</b>	<b>171</b>
<b>Spis rycin .....</b>	<b>178</b>
<b>Piśmiennictwo .....</b>	<b>182</b>
<b>Opinia Komisji Bioetycznej .....</b>	<b>190</b>

## Streszczenie

**Wstęp.** Ultrasonograficzna ocena struktur twarzy jest nową dziedziną diagnostyki obrazowej. Do jej prężnego rozwoju przyczynia się postęp technologiczny aparatów ultrasonograficznych, jak również, szerokie zainteresowanie chirurgią rekonstrukcyjną, oraz zabiegami z zakresu medycyny estetycznej. Mnogość wykonywanych procedur pociąga za sobą poszukiwanie metod zwiększających ich bezpieczeństwo oraz skuteczność. Ostre powikłania po zabiegach, wymagają protokołów szybkiej diagnostyki. Krytycznym powikłaniem pozabiegowym, jest zamknięcie lub częściowy ucisk naczyń, będącego gałęzią końcową zaopatrującą dany region twarzy, co może skutkować martwicą skóry, a w szczególnych przypadkach utratą wzroku. Nawet przy dobrej znajomości anatomii twarzy i doświadczeniu zawodowym, może dojść do zdarzeń niepożądanych. Ultrasonograficzna ocena naczyń i otaczających je struktur, głównie mięśniowych, jest kluczowa do podniesienia bezpieczeństwa omawianych zabiegów. Dostępne publikacje nie wyczerpują tematu oceny mięśni mimicznych i naczyń środkowej części twarzy.

**Założenia i cel pracy.** Podstawowym celem pracy była charakterystyka anatomii ultrasonograficznej twarzy, ze szczególnym uwzględnieniem mięśni mimicznych i naczyń. Składowe pracy zakładały: prezentację anatomii ultrasonograficznej twarzy, wybranych mięśni mimicznych i tętnic, wyliczenie średniej grubości i odległości od naskórka wybranych mięśni, wyliczenie średniej szerokości i odległości od naskórka wybranych tętnic, wyznaczenie średnich prędkości szczytowo-skurczowej (PSV) oraz końcowo-rozkurczowej (EDV) wybranych tętnic, wyznaczenie indeksu oporu (RI) i indeksu pulsacji tętnic (PI), ocenę zależności wybranych parametrów od indywidualnych cech pacjenta (wiek, BMI), porównanie zmienności anatomicznej w obrębie twarzy w zależności od płci, porównanie stron twarzy pod względem symetryczności badanych parametrów mięśni i tętnic, ocenę jednoczesnego wpływu wieku, płci, BMI i strony twarzy na parametry USG badanych struktur twarzy.

**Material i metoda.** Zbadano 127 ochotników w wieku 21-40 lat, obu płci. Do badania włączono 10 mięśni mimicznych parzystych (brzusiec czołowy m. potyliczno-czołowego, m. podłużny, m. marszczący brwi, m. okrężny oka, m. dźwigacz kąta ust, m. dźwigacz wargi górnej, m. obniżacz kąta ust, m. obniżacz wargi dolnej, m. jarzmowy większy, m. bródkowy) oraz 1 mięsień nieparzysty (m. okrężny ust). Z badania wykluczono mięśnie jarzmowy mniejszy oraz śmiechowy. Do badania włączono 7 tętnic (t. nadbłoczkowa, t. nadoczodołowa, t. podoczodołowa, t. kątowa, t. twarzowa, t. wargowa górna, t. wargowa dolna). Badanie USG było wykonywane przy użyciu systemu Samsung RS80, z wykorzystaniem głowicy liniowej



LA4-18B. Badano dwie połowy twarzy, u każdego ochotnika. Oceniano grubość i odległość mięśni od naskórka, szerokości i odległość naczyń od naskórka, prędkości przepływu w tętnicach oraz indeks oporu i indeks pulsacji. Dodatkowo zapisywano wagę, wzrost, płeć ochotników. Następnie dokonano analizy statystycznej wyznaczonych parametrów.

**Wyniki.** Badane mięśnie i tętnice zostały dobrze zobrazowane przy pomocy ultrasonografii. Na podstawie analizy statystycznej wyznaczono średnie wartości grubości mięśni, ich odległości od naskórka, szerokość naczyń, ich odległość od naskórka, średnie prędkości szczytowo-skurczowe (PSV) oraz końcowo-rozkurczowe (EDV), średnie indeksy oporu (RI) i pulsacji (PI). W kolejnych analizach oceniano wpływ wieku, BMI, płci, strony twarzy na badane parametry. Wykazano brak wpływu wieku, co potwierdziło prawidłowy dobór grupy. Wykazano dodatnią korelację BMI z odległością mięśni i naczyń od naskórka. Wykazano różnice w obserwowanych wartościach badanych parametrów pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn, różnice te dotyczą zarówno rozkładów, jak i median. Tylko w przypadku odległości od naskórka t. twarzowej większa wartość parametru obserwowana była w grupie kobiet, w pozostałych przypadkach stwierdzenia różnic u mężczyzn występowały grubsze i głębiej położone mięśnie, szersze i głębiej położone tętnice oraz większe wartości PSV, EDV, RI i PI. Wykazano asymetrię we wszystkich rozważanych strukturach, która dotyczyła wszystkich badanych parametrów. W ostatniej analizie statystycznej oceniono wpływ wszystkich badanych zmiennych na parametry struktur anatomicznych. Wykazano zależności dotyczące wpływu BMI, płci i strony na poszczególne struktury anatomiczne twarzy, natomiast w żadnym z dopasowanych modeli wiek nie był zmienną predykcyjną.

**Wnioski.** Ultrasonografia jest skuteczną metodą oceny struktur anatomicznych twarzy. Pozwala na zebranie pomiarów grubości i odległości mięśni od naskórka. Umożliwia ocenę tętnic pod kątem szerokości, głębokości, prędkości przepływu krwi oraz indeksów oporu i pulsacji. Jest bezpieczną metodą diagnostyczną. Anatomia twarzy cechuje się znaczną zmiennością zależną od BMI, pomiędzy płciami oraz w obrębie jednej osoby pomiędzy stronami twarzy. Jako metoda diagnostyczna może być użyteczna w przygotowaniu pacjenta do zabiegu rekonstrukcji twarzy, zabiegów z zakresu medycyny estetycznej czy chirurgii plastycznej. Może służyć jako narzędzie do monitorowania śródzabiegowego. Jest metodą szybkiej oceny powikłań pozabiegowych.

## Abstract

**Introduction.** Ultrasonographic assessment of facial structures is a new branch of imaging diagnostics. Its rapid development is driven by technological advancements in ultrasound equipment, as well as the wide interest in reconstructive surgery, including procedures in the field of aesthetic medicine. The multitude of procedures performed necessitates the search for methods to enhance their safety and efficacy. Complications following procedures require protocols for rapid diagnosis. A critical postoperative complication is the closure or partial compression of a vessel supplying a specific region of the face, which can result in skin necrosis and, in particular cases, loss of vision. Even with a good knowledge of facial anatomy and professional experience, adverse events can occur. Ultrasonographic assessment of vessels and surrounding structures, mainly muscular, is crucial to improve the safety of the discussed procedures. Available publications do not comprehensively address the topic of evaluating facial mimic muscles and vessels in the central part of the face.

**Aims and objectives.** The primary objective of this study was to characterize the ultrasonographic anatomy of the face, with particular emphasis on mimic muscles and vessels. The components of the study included: presenting the ultrasonographic anatomy of the face, selected mimic muscles and arteries; calculating the mean thickness and distance from the epidermis of selected muscles; calculating the mean width and distance from the epidermis of selected arteries; determining the peak-systolic velocity (PSV) and end-diastolic velocity (EDV) of selected arteries; determining the resistance index (RI) and pulsatility index (PI) of arteries; assessing the relationship between selected parameters and individual patient characteristics (age, BMI); comparing anatomical variability within the face based on gender; comparing sides of the face in terms of symmetry of examined muscle and artery parameters; evaluating the simultaneous influence of age, gender, BMI, and side of the face on ultrasound parameters of examined facial structures.

**Materials and methods.** 127 volunteers aged 21-40 years, of both genders, were examined. The study included 10 paired mimic muscles (frontal belly of the occipitofrontalis muscle, procerus muscle, corrugator supercilii muscle, orbicularis oculi muscle, levator anguli oris muscle, levator labii superioris muscle, depressor anguli oris muscle, depressor labii inferioris muscle, zygomaticus major muscle, mentalis muscle) and 1 unpaired muscle (orbicularis oris muscle). The smaller zygomaticus and risorius muscles were excluded from the study. Seven arteries were included in the study (supratrochlear artery, supraorbital artery, infraorbital artery, angular artery, facial artery, superior labial artery, inferior labial artery). The ultrasound

examination was performed using a Samsung RS80 system with a linear LA4-18B transducer. Both halves of the face were examined in each volunteer. The thickness and distance of the muscles from the epidermis, width and distance of the arteries from the epidermis, the flow velocities in the arteries, and the resistance and pulsatility indices were evaluated. Additionally, the weight, height, and gender of the volunteers were recorded. Statistical analysis of the determined parameters was then performed.

**Results.** The examined muscles and arteries were well imaged by ultrasonography. Based on statistical analysis, mean values of muscle thickness and distance from the epidermis, artery width and distance from the epidermis, peak systolic velocities (PSV), end-diastolic velocities (EDV), and mean resistance (RI) and pulsatility indices (PI) were determined. In subsequent analyses were assessed the influence of age, BMI, gender, and side of the face on the examined parameters. No age influence was demonstrated, confirming the proper selection of the study group. A positive correlation between BMI and the distance of muscles and arteries from the epidermis was shown. Differences in the observed values of the studied parameters were found between the group of women and men. These differences pertain to both distributions and medians. Only in the case of the distance of the facial artery from the epidermis a higher value of the parameter was observed in the group of women. In other cases where differences were found, men had thicker and deeper muscles, wider and deeper arteries, as well as higher values of PSV, EDV, RI, and PI. Asymmetry was demonstrated in all considered structures, which applied to all examined parameters. In the final statistical analysis, the influence of all examined variables on the parameters of anatomical structures was assessed. Relationships concerning BMI, gender, and side influence on particular anatomical structures of the face were demonstrated. However, age was not a predictive variable in none of the fitted models.

**Conclusions.** Ultrasonography is an effective method for assessing anatomical structures of the face. It allows for the collection of measurements of muscle thickness and distance from the epidermis. It enables the assessment of arteries in terms of width, depth, blood flow velocities, and resistance and pulsatility indices. It is a safe diagnostic method. Facial anatomy exhibits significant variability depending on BMI, between genders, and within one individual's face sides. Facial ultrasonography as a diagnostic method can be useful in preparing patients for facial reconstruction procedures, aesthetic medicine procedures, or plastic surgery. It can serve as a tool for intraoperative monitoring. It is a method for the rapid assessment of postoperative complications.



## 1. WSTĘP

Ultrasonograficzna ocena struktur twarzy jest nową dziedziną diagnostyki obrazowej. Do jej prężnego rozwoju przyczynia się postęp technologiczny aparatów ultrasonograficznych, jak również, szerokie zainteresowanie chirurgią rekonstrukcyjną oraz zabiegami z zakresu medycyny estetycznej, które w ostatnich latach stały się powszechne i popularne. Mnogość wykonywanych procedur pociąga za sobą poszukiwanie metod zwiększających ich bezpieczeństwo oraz skuteczność. Ostre powikłania po zabiegach, wymagają protokołów szybkiej diagnostyki.

Jednym z najczęściej wykonywanych i najchętniej wybieranych zabiegów, jest podawanie wypełniaczy śródtkankowych. Różnorodność metod zabiegowych, w połączeniu z dużą złożonością układu mięśni mimicznych i naczyń krwionośnych twarzy, może prowadzić do groźnych powikłań, zwłaszcza naczyniowych.

Ważne jest dogłębne poznanie anatomicznych struktur twarzy oraz ich odpowiedniej oceny przed i po zabiegu. Tradycyjnie badanie palpacyjne, czyli badanie za pomocą dotyku, jest wykorzystywane do oceny tkanek i anatomii twarzy, ale metoda ta ma swoje ograniczenia. Nawet przy bardzo dobrej znajomości anatomii, osoba wykonująca zabiegi może napotkać trudności. W tym kontekście, ultrasonografia twarzy, jako bezinwazyjna i precyzyjna technika obrazowania oraz ze względu na zwiększony do niej dostęp, zdobywa coraz większe uznanie w środowisku medycyny estetycznej.

Krytycznym ostrym powikłaniem pozabiegowym, jest zamknięcie lub częściowy ucisk naczyń, będącego gałęzią końcową zaopatrującą dany region twarzy, co może skutkować martwicą skóry, a w szczególnych przypadkach utratą wzroku. Powikłania te mogą skutkować defektami estetycznymi, a wręcz oszpeceniem. Ocena naczyń i otaczających je struktur, głównie mięśniowych, jest kluczowa do podniesienia bezpieczeństwa omawianych zabiegów. Jest to możliwe poprzez zastosowanie dostępnych metod badawczych, takich jak badanie ultrasonograficzne wysokich częstotliwości oraz ultrasonograficzna ocena przepływów naczyniowych.

Chociaż w literaturze naukowej dostępne są opisy badań ultrasonograficznych twarzy, nieliczne prace prezentują technikę badania oraz obrazy ultrasonograficzne poszczególnych mięśni i naczyń. Opublikowane prace naukowe dostarczają jedynie ogólnych informacji, które są niewystarczające do wyciągnięcia praktycznych wniosków. Często brakuje pełnych danych pomiarowych lub grupy badawcze są zbyt małe, co utrudnia ustalenie odpowiednich standardów badania [1-10].

## 1.1. Anatomia prawidłowa wybranych struktur twarzy

### 1.1.1. Mięśnie wyrazowe

Mięśnie wyrazowe twarzy zwane mięśniami mimicznymi (mm. faciales), stanowią jedną z trzech grup mięśni głowy. Pozostałe dwie grupy, to mięśnie żucia oraz mięśnie znajdujące się w obrębie kości skalistej: mięśnie języka, gałki ocznej i narządu przedsionkowo-ślimakowego. Mięśnie wyrazowe należą do układu trzewnego, co oznacza, że pochodzą z mezenchymy drugiego łuku skrzelowego. Unerwione są przez nerw twarzowy. Genetycznie łączą się z mięśniem szerokim szyi (platysma), mięśniem rylcowo-gnykowym (m. stylohyoideus) i z brzuścem tylnym mięśnia dwubrzuścowego (m. digastricus). Zawiązek mięśnia szerokiego szyi, w drugim miesiącu życia płodowego, różnicuje się na część powierzchowną i głęboką. W obrębie szyi, część głęboka, u większości ludzi zanika, natomiast na twarzy stanowi podstawę do utworzenia mięśni otoczenia szpary ust i nozdrzy. Z części powierzchownej, na szyi rozwija się właściwy mięsień szeroki szyi, natomiast na twarzy większość mięśni wyrazowych.

Mięśnie mimiczne, są wyjątkową grupą mięśni, pod względem przyczepów. Jako jedyne spośród mięśni układu mięśniowo-szkieletowego człowieka, mają tylko jeden przyczep kostny, lub nie posiadają go w ogóle. W związku z tym, nie posiadają powięzi. Ich przyczepy, często stanowią skóra lub błona śluzowa. To skutkuje, ruchem skóry przy napinaniu mięśni, a w efekcie zmianą jej kształtu i wpływem na mimikę. W czasie rozkurczu mięśni, skóra powraca do stanu pierwotnego. Dzieje się to pod wpływem jej sprężystości. Inaczej niż w pracy mięśni szkieletowych, nie zachodzi tu zjawisko działania mięśni antagonistycznych. Z tego powodu rola mięśni przeciwstawnych, w układzie twarzy, nie jest znamienna. Część z mięśni, nie posiada swojego antagonisty. Dodatkowo, na uwagę, zasługuje fakt, iż napięcie spoczynkowe mięśni, przenosi się na skórę i przyczynia się do zmiany wyrazu twarzy.

Mięśnie wyrazowe, występują w postaci cienkich blaszek mięśniowych lub pęczków. Gdy są ułożone okrężnie działają jak zwieracze, gdy promieniście jak rozwieracze. Mięśnie występujące na sklepieniu głowy i szyi, występują w postaci szerokich i płaskich blaszek, co za tym idzie, pełnią funkcję jedynie mięśni pomocniczych [11-13].

#### 1.1.1.1. Mięśnie sklepienia czaszki

Do mięśni sklepienia czaszki zaliczamy dwa mięśnie – m. potyliczno-czołowy (m. occipitofrontalis) oraz m. skroniowo-ciemieniowy (m. temporoparietalis), które łącznie obejmowane są nazwą mięśnia naczaszego (m. epicranius). Łączy je płaskie rozciągno zwane czepcem ścięgnistym (galea aponeurotica).

Mięsień potyliczno-czołowy, zbudowany jest z dwóch brzuśców – potylicznego (venter occipitalis) oraz czołowego (venter frontalis). Brzusiec czołowy jest cienkim mięśniem parzystym, kształtu czworobocznego, położonym na części przedniej czaszki. Rozpoczyna się w skórze brwi i gładzizny, następnie biegnąc ku górze, na wysokości guzów czołowych kończy się, przechodząc w czepiec ścięgnisty. Poza głównym przebiegiem, oddaje liczne włókna w niżej położone mięśnie. Kurczy się równocześnie z drugim brzuścem m. potyliczno-czołowego. Napięcie spoczynkowe całego mięśnia ustala położenie czepca na sklepieniu czaszki. W konsekwencji tego, czepiec staje się punktem stałym dla brzuśca czołowego, a ten z kolei kurcząc się unosi brwi i wytwarza poprzeczne fałdy czoła. Brzusiec czołowy jest antagonistą – m. podłużnego, m. marszczącego brwi, m. okrężnego oka. Przy osłabieniu m. dźwigacza powieki górnej, może współpracować z nim, powodując pociąganie powieki i brwi ku górze [11, 12, 14].

#### 1.1.1.2. Mięśnie otoczenia szpary powiek

Grupa mięśni – m. okrężny oka (m. orbicularis oculi), m. marszczący brwi (m. corrugator supercilii), m. podłużny (m. procerus).

Mięsień okrężny oka, kształtu eliptycznego, położony jest w obrębie powiek i ich otoczeniu. Składa się z dwóch głównych części – oczodołowej (pars orbitalis), położonej obwodowo i powiekowej (pars palpebralis), znajdującej się bardziej dośrodkowo. Dodatkowo, w obrębie części oczodołowej można wyróżnić jej część górno-przyśrodkową, która ze względu na swoją funkcję, znana jest jako mięsień obniżacz brwi (m. depressor supercilii) oraz obszar włókien w części powiekowej, przebiegający do tyłu od woreczka łzowego, wyróżniany jako część łzowa (pars lacrimalis). Każda z wymienionych części, posiada odmienne przyczepy. Część oczodołowa rozpoczyna się na wyrostku czołowym i grzebieniu łzowym przednim szczęki oraz na odnodze przedniej więzadła powiekowego przyśrodkowego. Przyczepy końcowe mogą być różne. Zdecydowana większość włókien, części oczodołowej, okrąża oczodół i powraca do miejsca przyczepu początkowego, po drodze krzyżując się z włóknami

m. marszczącego brwi i podłużnego. Włókna przyśrodkowe, górnego odcinka, tej części, tworzące wspomniany m. obniżacz brwi, biegną rozbieżnie i ku górze, kończąc się w skórze brwi. Włókna obwodowe dolno-bocznego odcinka, części oczodołowej, kierują się do skóry policzka. Część powiekowa rozpoczyna się na górnym lub dolnym brzegu więzadła przyśrodkowego, a kończy na więzadle powiekowym bocznym. To ułożenie, umożliwia fiksację tarczek, powieki górnej i dolnej, do brzegu bocznego wejścia do oczodołu. Główną funkcją mięśnia okrężnego oka jest zamykanie szpary powiekowej. Siła zamknięcia zależy od skurczu poszczególnych składowych mięśni. Część oczodołowa bierze udział przy zaciskaniu szpary powiek, natomiast część powiekowa powoduje spokojne ich zamknięcie. Dodatkowo część oczodołowa, będąc antagonistą brzuśca czołowego m. potyliczno-czołowego, nadaje zamysłony wyraz twarzy, a działając poprzez m. obniżacz brwi, powoduje załamanie brwi pod kątem, co w efekcie widoczne jest jako obniżenie części przyśrodkowej brwi. Z kolei część powiekowa działając antagonistycznie z m. dźwigaczem powieki górnej (m. levator palpebrae superioris), powoduje mruganie.

Mięsień marszczący brwi jest wąskim mięśniem obok nasady nosa. Początkowy przyczep znajduje się na części nosowej kości czołowej. Następnie biegnie skośnie do góry, krzyżując się z włóknami m. okrężnego oka i brzuśca czołowego m. potyliczno-czołowego, kończąc się w skórze, nieco powyżej brwi. Działa wspólnie z mięśniem strony przeciwnej, powodując pociąganie skóry znad brwi w kierunku nosa, tym samym wytwarza dwa do trzech fałdów pionowych między brwiami. Często aktywuje się przy silnym nasłonecznieniu, powodując powstawanie fałdu skórno nad przyśrodkowym kątem oka, stanowi mechaniczną ochronę przed silnym światłem. Wyraża emocje złości, cierpienia, zniecierpliwienia.

Mięsień podłużny rozpoczyna się na kości nosowej powyżej m. nosowego (m. nasalis), biegnąc ku górze krzyżuje włókna ze stroną przeciwległą, kończy się w skórze gładziny. Chociaż włókna ściągające łączą m. podłużny z brzuścem czołowym m. potyliczno-czołowego, nie jest on jego przedłużeniem. M. podłużny, kurcząc się i pociągając za sobą skórę, wytwarza kilka fałdów poprzecznych u nasady nosa. Nadaje to twarzy wyraz agresywny i groźny oraz podobnie jak przy pracy m. marszczącego brwi i okrężnego oka, stanowi ochronę dla narządu wzroku. Na uwagę zasługuje fakt, że często brzuśce stron przeciwległych tego mięśnia, są złączone [11, 12].



### 1.1.1.3. Mięśnie otoczenia szpary ust

Mięśnie otoczenia szpary, pod względem czynnościowym, dzielą się na zwieracze – mięsień okrężny ust (m. orbicularis oris), oraz dźwigacze – mięśnie dochodzące promieniście do warg górnej lub dolnej.

Mając na uwadze powyższy podział, na uwagę zasługuje, m. szeroki szyi – należący do grupy mięśni szyi, ale kończący się, między innymi w kątach ust, a więc należący do grupy dźwigaczy otoczenia szpary ust.

Mięsień obniżacz wargi dolnej (m. depressor labii inferioris) – płaski, czworokątny, położony poniżej szpary ust. Rozpoczyna się na brzegu dolnym żuchwy, powyżej m. obniżacza kąta ust, do boku od guzka bródkowego. Znaczna część jego włókien stanowi bezpośrednio przedłużenie, wyżej wspomnianego, m. szerokiego szyi, co dowodzi ich związku genetycznego. Włókna mięśnia obniżacza wargi dolnej, biegną skośnie ku górze i przysrodkowo, kończąc się w skórze wargi dolnej. Część boczna mięśnia przykryta jest przez m. obniżacz kąta ust, część przysrodkowa, bezpośrednio przez skórę. Jego brzegi przysrodkowe tworzą trójkąt, ograniczający pole dla mm. bródkowych, i nie przykrywają ich. Natomiast bezpośrednio przysłaniają otwory bródkowe. Część górna mięśnia zachodzi na m. okrężny ust. Jego funkcją jest obniżenie, uwypuklenie i pogrubienie wargi dolnej.

Mięsień bródkowy (m. mentalis) – mały, krótki, położony na bródce. Kieruje się od żuchwy, dokładnie od łąków zębodołowych siekaczy i kła, do skóry bródki. Mięsień powoduje uwypuklenie bródki i wargi dolnej, co nadaje twarzy wyraz nadąsany, tym samym pogłębia bruzdę bródkowo-wargową. Mięsień bródkowy może łączyć się z m. okrężnym ust, mimo, że oba mięśnie mają odmienne pochodzenie. Pierwszy z nich rozwija się z m. szerokiego szyi, drugi z układu głębokiego zwieracza szyi.

Mięsień obniżacz kąta ust (m. depressor anguli oris) – płaski, trójkątny, najbardziej powierzchowny. Jego przyczep początkowy znajduje się na brzegu żuchwy, dokładnie pomiędzy guzkiem bródkowym a pierwszym zębem trzonowym oraz w skórze bródki. Następnie włókna biegną zbieżnie ku górze i w większości kończą się w węzle mięśniowym kąta ust. Część włókien mięśniowych biegnie dalej i kończy się w skórze bocznej części wargi górnej. Jest to dowód na wspólne pochodzenie mięśni ze zwieracza głębokiego szyi. Dopiero wtórnie rozwojowo, mięsień obniżacz kąta ust, wydostaje się na powierzchnię okolicy kąta ust i schodzi ku dołowi na brzeg żuchwy. Mięsień pociąga kąty ust w dół i prostuje bruzdę nosowo-wargową. Efektem jego działania jest nadanie twarzy wyrazu smutku, cierpienia. Przy silnym obustronnym skurczu, szpara ust wygina się łukowato, wypukłością ku

górze. W związku z przyczepem mięśnia do skóry bródki, jest on odpowiedzialny za powstawanie bruzdy podbródkowej i charakterystyczną podwójną brodę u osób otyłych. Często mięśnie obu stron łączą się ze sobą w obrębie bródki, tworząc blaszkę mięśniową, zwaną mięśniem poprzecznym bródki (m. transversus menti).

Mięsień śmiechowy (m. risorius) jest pęczkiem włókien mięśniowych, o dużej zmienności osobniczej, który oddzielił się od m. obniżacza kąta ust. Rozpoczyna się na powięzi przyuszniczej i żwaczowej. Przebiega nad włóknami m. szerokiego, zmierzając do kąta ust. Nie zawsze występuje obustronnie, czasami brak go w ogóle. Zdarzają się pęczki włókien mięśniowych oddzielone od m. szerokiego szyi lub od m. jarzmowego większego, które mają identyczne położenie i funkcje jak właściwy m. śmiechowy. Efektem jego skurczu jest poszerzenie szpary ust i wytworzenie dołka śmiechowego.

Mięsień jarzmowy większy (m. zygomaticus major) rozpoczyna się na kości jarzmowej, dokładnie powierzchni policzkowej. Włókna przebiegają skośnie przysrodkowo w dół. Kończy się w węzle ust oraz częściowo włókna mięśniowe zmierzają w obręb mięśnia okrężnego ust. Jest to właściwy mięsień śmiechu. Jego skurcz powoduje uniesienie kątów ust i odsłonięcie górnych zębów. W efekcie tego bruzda nosowo-wargowa wygina się esowato, a promieniste bruzdy w bocznym kącie oka, pogłębiają się. Pierwotnie mięsień należał do układu mięśnia okrężnego oka, dopiero wtórnie przesunął się w okolice szpary ust, stąd jego podwójny udział w wytwarzaniu bruzd i zmarszczek obydwu wymienionych okolic.

Mięsień dźwigacz wargi górnej i skrzydełka nosa (m. levator labii superioris alaeque nasi) wąskim pasmem mięśniowym przyczepia się do wyrostka czołowego szczęki, następnie biegnie bocznie od nosa ku dołowi. Pasma boczne mięśnia kończą się w skórze – wargi górnej i bruzdy nosowo-wargowej, powoduje unoszenie wargi górnej a pasmo przysrodkowe kończą się w skórze – skrzydełek nosa i tylno-bocznego obwodu nozdrzy, powoduje unoszenie skrzydła nosa i rozwieranie nozdrzy.

Mięsień dźwigacz wargi górnej (m. levator labii superioris) leży bocznie od wyżej opisanego. Rozpoczyna się na brzegu podoczodołowym powyżej otworu podoczodołowego, kończy się w skórze bruzdy nosowo-wargowej i wargi górnej. Tym samym unosi wargę górną i odsłania siekacze, powodując zmianę kształtu bruzdy nosowo-wargowej, na bardziej wypukłą w stronę boczną. Jego górna część przykryta jest włóknami mięśnia okrężnego oka, on sam przykrywa m. dźwigacz kąta ust.

Mięsień jarzmowy mniejszy (m. zygomaticus minor) wraz z m. dźwigaczem wargi górnej i m. jarzmowym większym, należy do grupy mięśni powierzchownych i leży między nimi. Wykazuje największą zmienność spośród tej grupy. Rozpoczyna się na powierzchni

policzkowej kości jarzmowej, kończy się w skórze bruzdy nosowo-wargowej. Podobnie jak m. dźwigacz wargi górnej, jego przyczep początkowy, może być przykryty przez m. okrężny oka. Przyczep końcowy często łączy się z przyczepami m. dźwigacza wargi górnej i skrzydełka nosa oraz m. dźwigacza wargi górnej, tworząc wspólną masę mięśniową, niegdyś nazywaną m. czworobocznym wargi górnej. Mięśnie te wspólnie mają udział w wytwarzaniu płacznego lub pogardliwego wyrazu twarzy.

Mięsień dźwigacz kąta ust (m. levator anguli oris) – płaski, trójkątny, położony w dole nadkłowym. Rozpoczyna się poniżej otworu podoczodołowego, kończy w skórze i błonie śluzowej węzła ust oraz częściowo przenika się z m. okrężnym ust w wardze dolnej oraz z m. obniżaczem kąta ust. Mięsień unosi kąt ust do góry i przyśrodkowo. Jest składową, tak zwaną, pętlą mięśniowej obniżaczy i dźwigaczy kątów ust.

Mięsień policzkowy (m. buccinator) stanowi podłoże policzka i ogranicza od zewnątrz przedsionek jamy ustnej. Przyczepia się wzdłuż wyrostka zębodołowego szczęki, dalej wzdłuż szwu skrzydłowo-żuchwowego, w dalszej części do grzebienia policzkowego i na powierzchni zewnętrznej części zębodołowej żuchwy. Biegąc częściowo równoległe, częściowo krzyżując się, przechodzi przez węzeł ust. Kończy się w obrębie błony śluzowej wargi dolnej i górnej, krzyżując się z włóknami strony przeciwległej, tym samym stanowi, głęboką warstwę m. okrężnego ust. Główną funkcją mięśnia jest wydmuchiwanie powietrza zebranego w przedsionku jamy ustnej. Dodatkowo przyciska policzki do zębów oraz pociąga kąty ust do boku, poszerzając szparę ust.

Mięsień okrężny ust (m. orbicularis oris) buduje podłoże warg. Jest ich jedynym zwieraczem. Zaczyna się w węzle mięśniowym kątów ust, skąd biegnie do części przyśrodkowych warg – górnej i dolnej, zespalać się ze stroną przeciwległą. Do tych włókien dołączają się włókna mięśni dźwigaczy – m. dźwigacza kąta ust, m. jarzmowego większego, m. obniżacza kąta ust, m. policzkowego. Żadne z wymienionych włókien nie biegnie dookoła obwodu ust. Większość włókien kończy się w skórze, reszta w błonie śluzowej warg. W obrębie mięśnia okrężnego ust można wyróżnić pęczki włókien, które zamiast przebiegu okrężnego, mają ułożenie promieniste, ta część włókien nosi nazwę mięśni prostych (mm. recti). Biegają one poprzecznie od skóry warg do błony śluzowej i są odpowiedzialne za uwypuklenie czerwieni wargowej. Sam m. okrężny ust zbudowany jest z dwóch części, odmiennych pod względem funkcji. Część brzeźna (pars marginalis), położona bliżej szpary ust, powoduje zwężenie czerwieni wargowej i zwrócenie warg do wewnątrz. Część wargowa (pars labialis w piśmiennictwie anglojęzycznym nazywana częścią obwodową – pars peripheralis), położona

obwodowo, jest odpowiedzialna za wywinięcie warg na zewnątrz i poszerzenie czerwieni wargowej [8, 11, 12, 15].

W Tabeli Nr1 przedstawiono zestawienie mięśni wyrazowych, ich przyczepów początkowych, końcowych oraz najważniejszych funkcji.

Tabela 1. Zestawienie mięśni wyrazowych, przyczepów początkowych, końcowych oraz najważniejszych funkcji. DLI- *m. depressor labii inferioris*; DAO- *m. depressor anguli oris*

MIĘSIĘŃ		PRZYCZEP POCZĄTKOWY	PRZYCZEP KOŃCOWY	WYBRANE FUNKCJE
M. potyliczno-czołowy <i>m. occipito-frontalis</i>	Brzusiec czołowy <i>Venter frontalis</i>	skóra brwi i gładzizny	czepiec ścięgnisty	unoszą brwi, wytwarzanie poprzecznych fałdów czoła, pociąganie powieki i brwi ku górze
M. okrężny oka <i>m. orbicularis oculi</i>	Część oczodołowa	wyrostek czołowy szczęki, grzebień łzowy przedni, przednia odnoga więzadła powiekowego przyśrodkowego	w miejscu przyczepu początkowego	zamykanie szpary powiek
	Część powiekowa	górną i dolną część więzadła powiekowego przyśrodkowego	więzadło powiekowe boczne	mruganie
M. marszczący brwi <i>m. corrugator supercili</i>		część nosowa k. czołowej	skóra nad brwiami	powstawanie fałdu skórniego nad przyśrodkowym kątem oka
M. podłużny <i>m. procerus</i>		kość nosowa	skóra gładzizny	wytwarzanie fałdów poprzecznych u nasady nosa
M. szeroki szyi <i>platysma</i>		II/II żebro - tkanka podskórna	bocznie: powięź przyuszniczko-żwaczowa, przyśrodkowo: włókna DAO, DLI oraz żuchwa poziom d.6	pociągają kąt ust skośnie ku dołowi, współdziała z DAO, DLI
M. obniżacz wargi dolnej <i>m. depressor labii inferioris</i>		dolny brzeg żuchwy, bocznie od guzka bródkowego	skóra wargi dolnej	Obniża / uwypukla / pogrubia wargę dolną

M. bródkowy <i>m. mentalis</i>		łęki zębodołowe d.1-3	skóra bródki	podnosi uwypuklenie bródki i wargę dolną nadając wyraz nadąsany oraz pogłębia bruzdę bródkowo-wargową
M. obniżacz kąta ust <i>m. depressor anguli oris</i>		brzeg żuchwy od guzka bródkowego do poziomu d.6	modiolus	pociąga kąty ust w dół i prostuje bruzdę nosowo-wargową
M. śmiechowy <i>m. risorius</i>		powieź przyusznicza i żwaczowa	modiolus	poszerzenie szpary ust
M. jarzmowy większy <i>m. zygomaticus major</i>		pow. policzkowa k. jarzmowej	modiolus	uśmiech
M. dźwigacz wargi górnej i skrzydełka nosa <i>m. levator labii superioris alaque nasi</i>		wyrostek czołowy szczęki	skóra wargi górnej, skóra bruzdy nosowo-wargowej, skrzydła nosa i boczno i tylnego obwodu nozdrzy	unoszą wargę górną, rozwiera nozdrza
M. dźwigacz wargi górnej <i>m. levator labii superioris</i>		na brzegu podoczodołowym powyżej otworu podoczodołowego	skóra bruzdy nosowo-wargowej	unoszą wargę górną
M. jarzmowy mniejszy <i>m. zygomaticus minor</i>		pow. policzkowa k. jarzmowej	skóra bruzdy nosowo-wargowej	śluzowa błona warg i kąta ust
M. dźwigacz kąta ust <i>m. levator anguli oris</i>		poniżej otworu podoczodołowego/dół nadkłowy	modiolus	unoszą kąty ust
M. policzkowy <i>m. buccinator</i>		wyrostek zębodołowy szczęki, wzdłuż szwu- skrzydłowo-żuchwowego i grzebienia policzkowego żuchwy	błona śluzowa warg i kąta ust	wydmuchiwanie powietrza zebranego w przedsionku jamy ustnej
M. okrężny ust <i>m. orbicularis oris</i>	Cz. Brzeźna <i>Pars marginalis</i>	modiolus	błona śluzowa warg i kąta ust	zwężenie czerwieni wargowej i zwrócenie warg do wewnątrz
	Cz. Wargowa <i>Pars labialis</i>			wywiniecie warg na zewnątrz i poszerzenie czerwieni wargowej

### 1.1.2. Tętnice twarzy

Unaczynienie tętnicze twarzy pochodzi z tętnic szyjnych wspólnych (aa. carotis communis). Każda z nich dzieli się na tętnicę szyjną wewnętrzną (a. carotis interna) i tętnicę szyjną zewnętrzną (a. carotis externa). W kontekście niniejszej pracy, istotne są wybrane gałęzie powyższych tętnic [16].

#### 1.1.2.1. Gałęzie tętnicy szyjnej wewnętrznej

Po oddaniu kilku drobnych tętnic w obrębie kanału tętnicy szyjnej i w zatoce jamistej, od tętnicy odgałęzia się t. oczna (a. ophthalmica). Jest to najistotniejsza z tętnic układu tętnicy szyjnej wewnętrznej. T. oczna zaopatruje całą zawartość oczodołu, zatoki klinowe, komórki sitowe, błonę śluzową – kości sitowej, przegrody nosa i małżowiny nosowej górnej. Biegąc w obrębie oczodołu oddaje t. środkową siatkówki (a. centralis retinae). Jest to drobna tętnica o ogromnym znaczeniu klinicznym, ponieważ zaopatruje wewnętrzne warstwy siatkówki. Drugą gałęzią t. ocznej jest t. łzowa (a. lacrimalis), której gałęzie końcowe – tt. powiekowe boczne, górna i dolna (aa. palpebrales laterales, superior et inferior) tworzą łuk powiekowy górny i dolny, zaopatrując tym samym powieki. Kolejną istotną gałęzią jest t. nadoczodołowa (a. supraorbitalis), która po opuszczeniu oczodołu przez otwór lub wcięcie nadoczodołowe, rozgałęzia się w tkankach miękkich, części środkowej górnego brzegu oczodołu i tu najczęściej zespala się t. skroniową powierzchowną oraz t. nadbłoczkową. Ostatnimi gałęziami t. ocznej, przed oddaniem gałęzi końcowych, są tt. powiekowe przyśrodkowe, górna i dolna (aa. palpebrales mediales, superior et inferior). Tętnice te często zespalają się z łukiem powiekowym górnym i dolnym, opisanym wyżej. T. oczna dzieli się ostatecznie na dwie tętnice – t. nadbłoczkową (a. supratrochlearis) i t. grzbietową nosa (a. dorsalis nasi). T. nadbłoczkowa, gałąź wstępująca, przez wcięcie lub otwór czołowy przechodzi na czoło, zaopatruje skórę i mięśnie. Często zespala się z tętnicą drugostronną, t. nadoczodołową oraz t. skroniową powierzchowną. T. grzbietowa nosa, gałąź zstępująca, przebiega m. okrężny oka, powyżej więzadła powiekowego przyśrodkowego, kierując się bo bocznym brzegu nosa ku dołowi, aż do zespolenia z t. kątową. Tym samym zaopatruje grzbiet i powierzchnię boczną nosa [16, 17].

#### 1.1.2.2. Gałęzie tętnicy szyjnej zewnętrznej

Obszar zaopatrzenia tętnicy szyjnej zewnętrznej, w tym jej gałęzi, obejmuje szyję oraz całą głowę, wyłączając mózgowie, oko i ucho wewnętrzne. Unaczynia cały szkielet twarzy i jego części miękkie. Kluczowe, dla unaczynienia twarzy, są dwie gałęzie t. szyjnej zewnętrznej – tętnica twarzowa (a. facialis) oraz tętnica szczękowa (a. maxillaris).

Tętnica twarzowa jest trzecią w kolejności gałęzią t. szyjnej zewnętrznej. Podobnie jak t. tarczowa górna i t. językowa, odchodzi z przedniej powierzchni t. szyjnej zewnętrznej, w obrębie trójkąta t. szyjnej. Przykryta jest przez mięsień dwubrzuścowy (m. digastricus) oraz rylcowo-gnykowy (m. stylohyoideus). Za kątem żuchwy biegnie esowato, wpuklona na przyśrodkowej i górnej stronie ślinianki podżuchwowej, następnie pomiędzy tym gruczołem a trzonem żuchwy. Obejmując podstawę żuchwy, do przodu od brzegu mięśnia żwacza (m. masseter), przechodzi na twarz. W tym miejscu przykryta jest jedynie przez m. szeroki szyi. Jest to miejsce, gdzie wyczuwa się jej tętnienie. Dalej kieruje się do przodu, ku górze, zmierzając do przyśrodkowego kąta oka, jako tętnica kątowa, zespala się z t. grzbietową nosa. W jej przebiegu należy wyróżnić dwie części. Ich topograficznym podziałem jest dolny brzeg żuchwy. Część pierwsza, szyjna, oddaje gałęzie zaopatrujące dno i ścianę boczną jamy ustnej oraz gardło – t. podniebienna wstępująca (a. palatina ascendens), g. migdałkowa (r. tonsillaris), t. podbródkowa (a. submentalis), gg. gruczołowe (rr. glandulares). Część twarzowa, zaopatruje powierzchnię zewnętrzną twarzy. Jej odgałęzienia to tętnica wargowa dolna (a. labialis inferior), t. wargowa górna (a. labialis superior) i gałąź końcowa – t. kątowa (a. angularis). Słabo rozwinięta tętnica twarzowa, po jednej ze stron, jest często zastępowana przez tętnicę drugostronną, t. poprzeczną twarzy, t. podoczodołową, t. grzbietową nosa lub t. policzkową.

Tętnica wargowa dolna, pierwsza gałąź części twarzowej tętnicy twarzowej, odchodzi samodzielnie lub wspólnym pniem z t. wargową górną. Biegnie poprzecznie i przyśrodkowo w wardze dolnej, zmierzając do połączenia z tętnicą drugostronną. Analogiczny przebieg t. wargowej górnej, doprowadza do powstania koła tętniczego ust (circulus arteriosus rimae oris). Sama tętnica wargowa górna w porównaniu z dolną, ma większą średnicę i bardziej wązowaty przebieg. W literaturze spotykany jest podział tt. wargowych ze względu na ich przebieg. Może on być podśluzówkowy, śródmięśniowy oraz podskórny [18].

Tętnica kątowa jest przedłużeniem tętnicy twarzowej. Jej początek ustanawia odejście tętnicy wargowej górnej. Zespala się w okolicy kąta oka z t. grzbietową nosa, dzięki czemu sanowi

jedno z głównych połączeń pomiędzy unaczynieniem pochodzącym od t. szyjnej zewnętrznej i t. szyjnej wewnętrznej.

Tętnica szczękowa, obok tętnicy skroniowej powierzchownej, jest jedną z dwóch gałęzi końcowych t. szyjnej zewnętrznej. Rozpoczyna się w dole zażuchwowym, w obrębie ślinianki przyusznej. Na jej przebiegu można wyróżnić trzy części. Pierwsza, część żuchwowa, gdzie tętnica szczękowa, przykryta jest szyjką żuchwy i zmierza poziomo ku przodowi między szyjką a więzadłem klinowo-żuchowym. Druga część, skrzydłowa, wstępuje do dołu podskroniowego, zazwyczaj biegnie bocznie od m. skrzydłowego bocznego (m. pterygoideus lateralis), pomiędzy nim i m. skroniowym. W trzeciej części, skrzydłowo-podniebiennej, tętnica wyginając się węzowato, wstępuje do dołu skrzydłowo-podniebiennego i rozgałęzia się na gałęzie końcowe. Tętnica podoczodołowa (a. infraorbitalis) jest silną gałęzią części skrzydłowo-podniebiennej. Wydostaje się przez szczelinę oczodołową dolną i kieruje się do przodu przez bruzdę i kanał podoczodołowy. Unaczynia otoczenie otworu podoczodołowego, głównie powiekę dolną, zespala się z gałązkami tętnic zębodołowych górnych [16, 17].

## 1.2. Fizyczne podstawy ultrasonografii

Ultrasonografia wykorzystuje fale dźwiękowe o wysokiej częstotliwości do tworzenia obrazów struktur wewnętrznych ciała. Podstawy fizyczne ultrasonografii obejmują zasady propagacji fal dźwiękowych, w tym zjawiska typowych dla fali akustycznej – odbicia, załamania, rozproszenia, interferencji, absorpcji [19, 20].

Ultrasonografia wykorzystuje fale dźwiękowe o częstotliwości powyżej zakresu słyszalności dla człowieka, czyli powyżej 20 kHz. W praktyce medycznej najczęściej stosowane są częstotliwości od 1 do 15MHz. Wyższe częstotliwości zapewniają lepszą rozdzielczość obrazu, ale mają mniejszą zdolność penetracji w głąb tkanek [21].

Fale dźwiękowe są mechanicznymi falami podłużnymi, które potrzebują medium do propagacji, takiego jak woda, czy tkanka ludzka. W ultrasonografii fale dźwiękowe są generowane i odbierane przez przetwornik ultradźwiękowy, który zamienia sygnały elektryczne na fale dźwiękowe i odwrotnie. Przetwornik wysyła krótkie impulsy fal dźwiękowych do ciała pacjenta. Gdy fale dźwiękowe napotykać na granicę między różnymi tkankami (np. mięśniem a tłuszczem), część fal jest odbijana, a część propaguje dalej [22].

Odbicie fal dźwiękowych zachodzi na granicy między dwoma ośrodkami o różnych impedancjach akustycznych. Impedancja akustyczna zależy od gęstości i prędkości dźwięku w



danym ośrodku. Im większa różnica impedancji między sąsiednimi tkankami, tym silniejsze odbicie fal dźwiękowych. To odbita fala jest rejestrowana przez przetwornik i zamieniana na sygnał elektryczny, który jest następnie przetwarzany na obraz. Załamanie polega na zmianie kierunku rozchodzenia się fali w wyniku jej przejścia pomiędzy ośrodkami o różnych gęstościach, które opisuje prawo Snella. Fala dźwiękowa napotkawszy na swojej drodze nierówne powierzchnie, może ulec rozproszeniu. Jeżeli elementy tkanki są większe niż długość fali dochodzi do wspomnianego odbicia fali, natomiast w przypadku, gdy elementy tkanki są mniejsze od długości fali, powstaje zjawisko rozproszenia fali ultradźwiękowej. Interferencja fal to nakładanie się na siebie fal dźwiękowych, w efekcie czego może dojść do ich wzajemnego wygaszenia, bądź też wzmocnienia. Absorpcja fal dźwiękowych to proces, w którym energia fal dźwiękowych jest przekształcana na ciepło w tkankach. Wysoka częstotliwość fal ultradźwiękowych prowadzi do większej absorpcji, co ogranicza ich zdolność penetracji. Dlatego też, dobór odpowiedniej częstotliwości ultradźwięków jest kluczowy dla uzyskania optymalnego obrazu [19, 22, 23].

Otrzymane sygnały odbite od różnych struktur wewnętrznych ciała są przetwarzane przez system ultrasonograficzny, który tworzy obrazy w czasie rzeczywistym. Obrazy te mogą być wyświetlane w różnych trybach.

Tryb A (A-mode, ang. Amplitude) jest najprostszą i najwcześniej stosowaną metodą obrazowania. Amplitudy wytwarzanych przez głowicę sygnałów elektrycznych są demodulowane, a następnie zgodnie ze skalą przedstawiane na monitorze oscylografu katodowego jako rozmieszczenie wzdłuż linii insonacji granic ośrodków w badanej tkance. Prezentacja A dostarcza informację jednowymiarową. Obecnie znajduje zastosowanie w okulistyce np. określenie grubości rogówki oraz w laryngologii np. nieinwazyjna diagnostyka zatok obocznych nosa [23-25].

Tryb M (M-mode, ang. Motion) prezentuje linie obrazowania równoległe na osi czasu. Umożliwia to uwidocznienie zdarzeń zachodzących w tkance w porządku chronologicznym. Tryb ten umożliwia ocenę patologii na podstawie interpretacji wzorców ruchu określonych odbić i określenie ich relacji anatomicznych. Stosowany jest głównie w echokardiografii np. ocena zastawek serca oraz w ultrasonografii płuc np. diagnostyka odmy [23-25].

Tryb B (B-mode, ang. Brightness) jest obecnie najczęściej stosowanym sposobem prezentacji obrazu. Przedstawia natężenie odbitych fal ultradźwiękowych jako intensywność pikseli w obszarze badania. Piksele te są wyświetlane w skali szarości (w nowoczesnych urządzeniach ultrasonograficznych używa się 256-stopniowej poziomów jasności). Najsilniejsze odbicia fal pojawiają się jako najjaśniejsze punkty na obrazie (hiperintensywne). Sygnały o średniej

intensywności są przedstawiane w różnych odcieniach szarości, a słabe odbicia jako obszary hipointensywne. Brak odbić fal ultradźwiękowych jest wyświetlany jako czarne piksele i jest określany jako obszary bezechowe [23-25].

### 1.3. Ultrasonografia dopplerowska

Ultrasonografia dopplerowska jest techniką badania, która pozwala na ocenę przepływu krwi w naczyniach krwionośnych. Wykorzystuje ona efekt Dopplera, który opisuje zmianę częstotliwości fal dźwiękowych odbitych od poruszających się obiektów, takich jak krwinki czerwone. Poniżej omówione są podstawy fizyczne tej metody oraz jej kluczowe ustawienia. Zjawisko Dopplera odnosi się do zmiany częstotliwości fali dźwiękowej, gdy jej źródło lub odbiornik porusza się względem drugiego. W kontekście ultrasonografii, mówi się o przesunięciu dopplerowskim. Kiedy fale ultradźwiękowe emitowane przez przetwornik odbijają się od poruszających się krwinek czerwonych, ich częstotliwość zmienia się proporcjonalnie do prędkości ruchu tych krwinek. Jeśli krwinki poruszają się w kierunku przetwornika, częstotliwość fal wzrasta (przesunięcie w stronę wyższych częstotliwości), a jeśli się oddalają, częstotliwość maleje (przesunięcie w stronę niższych częstotliwości) [26]. Istnieją dwie metody przeprowadzania pomiarów – jednowymiarowe i dwuwymiarowe. W metodach jednowymiarowych pojedyncza wiązka ultradźwiękowa przenika naczynie, a prędkość przepływu jest mierzona tylko, wzdłuż kierunku rozchodzenia się wiązki. Informacja ta przedstawiana jest w formie analizy spektralnego rozkładu prędkości, dlatego metodę tę nazywa się Dopplerem spektralnym. [23].

Doppler fali ciągłej (CW, ang. Continuous Wave Doppler) rejestruje informacje z całego obszaru wzdłuż wiązki ultradźwiękowej. Przetwornik emituje i odbiera fale dźwiękowe bez przerwy, co pozwala na pomiar przepływu w czasie rzeczywistym. Nie umożliwia precyzyjnego określenia głębokości, na której następuje przepływ. Kiedy na drodze wiązki ultradźwiękowej znajduje się kilka naczyń, wartość prędkości jest uśredniania [27].

Doppler pulsacyjny (PW, ang. Pulsed Wave Doppler) umożliwia pomiar przepływu w określonym punkcie, dzięki emisji krótkich impulsów fal dźwiękowych i oczekiwaniu na ich odbicie. Badający samodzielnie wybiera miejsce pomiaru poprzez ustawienie bramki próbkującej. Zazwyczaj wykorzystuje się do tego obrazowanie duplex, czyli jednoczasowe obrazowanie B-Mode i opcje dopplerowskie. Dodatkowo ultrasonografista ma wpływ na dokładność pomiaru, poprzez odpowiedni dobór wielkości bramki próbkującej [27].

W Dopplerze kolorowym (CDI, ang. Color Doppler flow Imaging), dzięki zastosowaniu wielu wiązek ultradźwiękowych, przepływ krwi jest rejestrowany w dwuwymiarowym obszarze badania. Umieszczenie wielu bramek dopplerowskich, skutkuje wyliczeniem chwilowego przesunięcia dopplerowskiego. Uzyskane w ten sposób dane, kodowane są odpowiednimi kolorami, dając informacje o kierunku, prędkości i intensywności sygnału. Intensywność przepływu pozwala lepiej zrozumieć charakterystykę przepływu krwi. Przykładowo pokazuje obecność turbulencji, co jest istotne w ocenie stanów patologicznych [27].

Zarówno w obrazowaniu PW jak i CDI, do uzyskania dokładnych pomiarów kluczem jest odpowiednie ustawienie parametrów obrazowania. Częstotliwość powtarzania impulsów (PRF, ang. Pulse Repetition Frequency) musi być odpowiednio dobrana do zakresu prędkości przepływu krwi w badanym obszarze. Zbyt wysoka skala może nie pokazywać wolniejszych przepływów, natomiast zbyt niska może prowadzić do aliasingu. Aliasing to zjawisko występujące, kiedy częstotliwość sygnału odbitego od poruszających się struktur, takich jak krew, przekracza połowę częstotliwości próbkowania (tzw. częstotliwość Nyquista). W efekcie tego pojawiają się artefakty w obrazie dopplerowskim, które mogą prowadzić do błędnych interpretacji przepływów krwi. W praktyce aliasing objawia się jako nagła zmiana kierunku przepływu krwi na wyświetlaczu. Może to sprawiać wrażenie, że krew płynie w przeciwnym kierunku lub że przepływ jest bardziej turbulentny, niż jest w rzeczywistości. Kolejnym istotnym parametrem jest właściwe ustawienie kąta insonacji. Kąt insonacji to kąt zawarty pomiędzy osią wiązki ultradźwiękowej emitowanej przez przetwornik, a kierunkiem przepływu krwi. Idealny kąt insonacji wynosi  $0^\circ$ , co oznacza, że wiązka ultradźwiękowa jest równoległa do kierunku przepływu. W praktyce trudno jest uzyskać kąt  $0^\circ$ , dlatego akceptowalne są kąty  $\leq 60^\circ$ . Przy kątach  $>60^\circ$ , błędy pomiarowe stają się znaczne, co może prowadzić do nieprawidłowych wniosków diagnostycznych dotyczących prędkości przepływu krwi. Filtr koloru (ang. Wall Filter) określa liczbę kolorowych pikseli w oknie Dopplera kolorowego. Filtry służą do eliminacji sygnałów pochodzących od ścian naczyń i innych wolno poruszających się struktur. Należy dostosować poziom filtru, aby uniknąć utraty istotnych sygnałów od krwinek czerwonych [23, 26].

W odróżnieniu od metody kolorowego Dopplera, Doppler mocy (PD, ang. Power Doppler) nie koduje kierunku przepływu. Wynika to z faktu, iż obrazuje natężenie przepływu i jest proporcjonalny do kwadratu amplitudy sygnału dopplerowskiego. Doppler kolorowy uwzględnia algorytm autokorelacji wyliczonych wektorów, natomiast w Dopplerze mocy

do obliczeń wykorzystuje się kwadrat sumy wektorów. Doppler mocy jest niezależny od kąta insonacji, co oznacza, że w tej technice można zarejestrować sygnały przy prostopadłym przyłożeniu wiązki ultradźwiękowej do naczynia. Dodatkowo przy tym rodzaju obrazowania nie występuje zjawisko aliasingu, ponieważ podczas obliczeń zwrot wektora prędkości przepływu, nie jest brany pod uwagę. W praktyce klinicznej służy do identyfikacji drobnych naczyń, gdy kierunek przepływu jest mniej istotny dla wyniku badania [23, 27].

#### 1.4. Ultrasonografia wysokich częstotliwości

Obrazowanie ultrasonograficzne jest powszechnie stosowane w praktyce klinicznej ze względu na swoje zalety takie jak badanie w czasie rzeczywistym, wygodę, nieinwazyjność i brak promieniowania jonizującego. W szczególności, ultrasonografia wysokiej częstotliwości (High-Frequency Ultrasound, HFU), dostarczająca obrazów o wyższej rozdzielczości, której szybki rozwój obserwujemy w ostatnich latach. Dotyczy to dziedzin takich jak ultrasonografia okulistyczna, skóry, wewnątrznaczyniowa czy inwazyjna [28-32]. Piśmiennictwo podaje różne zakresy częstotliwości w obrazowania HFU. Zależy to od zastosowanego sprzętu diagnostycznego. Badając przy użyciu wysokich częstotliwości, stosuje się aparaty wyposażone w jednokryształowe głowice mechaniczne o częstotliwości 20-100 MHz lub wykorzystuje się aparaty klasyczne, powszechnie dostępne, z głowicami o wyższych częstotliwościach [33].

Pojęcie ultrasonografii wysokich częstotliwości, w kontekście oceny dermatologicznej, dotyczy obrazowania z wykorzystaniem głowic liniowych, emitujących ultradźwięki z częstotliwością powyżej 15 MHz [34, 35]. Kliniknym dążeniem do obrazowania skóry jest zachowanie równowagi pomiędzy wysoką rozdzielczością obrazu, a wystarczającą penetracją w głąb tkanek. Im wyższa częstotliwość wysyłanych dźwięków, tym lepsza rozdzielczość obrazu, ale brak możliwości obrazowania struktur położonych głębiej. Stąd, w kontekście klinicznym, głowice liniowe wysokoczęstotliwościowe szerokopasmowe, są częstszym narzędziem diagnostycznym, w porównaniu ze wspomnianymi głowicami jednoelementowymi mechanicznymi. Te pierwsze umożliwiają dostosowanie parametrów obrazowania do sytuacji klinicznej. Co oznacza, że możliwe jest obrazowanie struktur położonych zarówno głęboko jak i powierzchownie. W obu systemach oceniając struktury powierzchniowe takie jak naskórek czy skóra właściwa, możliwa jest manualna zmiana ustawień częstotliwości, a więc rozdzielczości, na wyższą lub zmniejszenie głębokości penetracji. Dodatkową przewagą aparatów klasycznych jest możliwość obrazowania naczyń w opcji kolorowego Dopplera (color Doppler), Dopplera

mocy (power Doppler), Dopplera spektralnego (pulsed Doppler) czy obrazowania mikroprzepływów (micro-flow). Systemy jednokryształowe, obecnie dostępne na rynku, nie posiadają opcji dopplerowskich. Ocena przepływów w badanych strukturach lub patologiach jest obecnie nieodłącznym elementem każdego badania ultrasonograficznego, ponieważ kiedy nie jest celem samym w sobie, może decydować o postępowaniu terapeutycznym [36].

### 1.5. Bezpieczeństwo badań ultrasonograficznych twarzy

W porównaniu z innymi metodami obrazowymi takimi jak tomografia komputerowa czy rezonans magnetyczny, USG jest metodą bezpieczną - bez wykorzystania promieniowania jonizującego, nisko-kosztową, o wysokim stopniu dokładności [37, 38]. Biorąc pod uwagę wymienione aspekty, jest to metoda dająca możliwość wielokrotnego powtarzania diagnostyki i ponownej oceny wybranych struktur. Ze względu na brak promieniowania jonizującego nie wymaga utrzymania odstępu czasowego pomiędzy badaniami, a jej niski koszt sprawia, że jest metodą z wyboru w monitorowaniu przebiegu leczenia.

Rozpatrując badanie ultrasonograficzne w kontekście bezpieczeństwa, należy pamiętać o ryzyku efektów biologicznych, wywieranych na tkanki pod wpływem promieniowania ultradźwiękowego. Efekty te, dzielimy na termiczne oraz mechaniczne – kawitacyjne i bez kawitacyjne.

Mechanizm termiczny wynika z absorpcji energii akustycznej w tkankach i wytwarzania ciepła. Energia pochłonięta w danej objętości zależy od stopnia tłumienia tkanek, które różnią się zasadniczo w zależności od badanego organu. Przykładowo, prawie nie obserwuje się absorpcji w cieczech jak krew, płyn owodniowy i mocz. Natomiast kości dorosłych absorbują od 60% - 80% padającej na nie energii akustycznej [39].

Kawitacja to zjawisko związane z drganiami i dynamiką ruchu małych pęcherzyków gazu pod wpływem fali ultradźwiękowej. Pęcherzyki mogą zwiększać swój promień do wielkości odpowiadającej mechanicznemu rezonansowi pęcherzyka. Przy tej częstotliwości i wyższej, ścianki pęcherzyków mogą zapadać się, co generuje falę implozji, która powoduje lokalny wysoki wzrost temperatury oraz powstawanie wolnych rodników. Rodniki, w związku ze swoją wysoką aktywnością, mogą powodować niepożądane zmiany biologiczne, takie jak samoistne reakcje biochemiczne między tkankami. Dodatkowo, przy oscylujących pęcherzykach, obserwowany jest mikrostrumień akustyczny, który jest głównym czynnikiem zmieniającym przepuszczalność błony komórkowej. Efekt mikrostreamingu, szczególnie

ważny jest w kontekście badań ultrasonograficznych z wykorzystaniem środków kontrastujących [39].

Mając na uwadze efekty biologiczne, w 1992 roku NEMA (North American Manufacturers Association) i AIUM (American Institute of Ultrasound in Medicine) przyjęły jednakową metodę standaryzacji ultradźwiękowego sprzętu diagnostycznego oraz zamieszczanie odpowiedniej informacji na ekranie aparatu w oparciu o normy aparatury do obrazowania ODS (Output Display Standard). Informacje o których mowa, widoczne są na ekranach w postaci wyliczonych indeksów – termicznego (ang. TI thermal index) i mechanicznego (ang. MI mechanical index). Wyświetlanie tychże wskaźników wymagane jest w urządzeniach dopuszczających ich przekroczenie powyżej wartości 1 [39].

TI jest względnym wskaźnikiem możliwego wzrostu temperatury w interesującym punkcie leżącym wzdłuż osi propagacji wiązki ultradźwiękowej. Przyjęto, iż wzrost temperatury tkanek jest dopuszczalny, do osiągnięcia poziomu wskaźnika  $<1,0$  w większości typów badań ultrasonograficznych oprócz badań prenatalnych, przezczaszkowych u noworodków i dorosłych, gdzie zalecany  $TI < 0,7$ . Po przekroczeniu podanej wielkości czas badania powinien być skrócony zgodnie z obowiązującą zasadą ALARA (ang. as low as reasonably achievable), co w wolnym tłumaczeniu na język polski oznacza „tak nisko jak rozsądnie osiągalne”. Głównym jej założeniem jest minimalizacja narażenia na szkodliwy wzrost temperatury, aż do osiągnięcia poziomu akceptowalnego, pozwalającego na osiągnięcie celu diagnostycznego [40-43]. Różnica w dopuszczalnym TI wynika z faktu, istnienia dwóch podstawowych mechanizmów strat termicznych – perfuzja krwi i przewodność ciepła. Perfuzja krwi jest efektywnym czynnikiem odprowadzania ciepła. Stopień perfuzji krwi zależy od typu tkanki: do najlepiej ukrwionych narządów należą nerki, serce i mózg, podczas gdy kości i mięśnie w stanie spoczynku należą do najmniej ukrwionych. Przewodnictwo termiczne jest prawie jednakowe dla wszystkich tkanek i jest zbliżone do przewodnictwa dla wody, wyjątek stanowią kości, które mają dużą przewodność i tłuszcz, który jest złym przewodnikiem ciepła.

Wskaźnik mechaniczny MI daje względne wskazania o możliwości wystąpienia mechanicznych bioefektów, takich jak kawitacja, która przy obrazowaniu dynamicznym, może być bardziej znacząca niż efekty termiczne. Zgodnie z normami wyświetlania wielkości wyjściowych ODS, wskaźnik MI może osiągnąć wartość 1,9 we wszystkich badaniach, oprócz okulistycznych, dla których MI nie powinien przekraczać 0,23 [39, 44]. Warto podkreślić jest słowo wyjściowych ustawień aparatów. W publikacjach naukowych, często błędnie pojawia się wartość  $MI < 0,23$  jako wymóg przy badaniach okulistycznych. Wartość ta odnosi się jedynie do początkowych ustawień aparatu, wgranego presetu. Zgodnie

z wymogami, presety wgrane w system ultrasonografu powinny zaczynać się od wartości 0,4 z wyjątkiem badań okulistycznych, gdzie wartość ta wynosi wspomniane 0,23. Tak niskie ustawienia fabryczne pozwalają lekarzowi ultrasonograficznie na kontrolowanie przyrostu indeksów i stosowanie systemu ALARA. Należy każdorazowo zaczynać badanie od najniższych wyświetlonych wskaźników, a następnie zmieniać ustawienia aparatu, do takich parametrów, które pozwalają na otrzymanie zadowalającego obrazu diagnostycznego, aż do poziomu maksymalnych rekomendowanych wartości TI, MI.

W kontekście ultrasonograficznego badania twarzy, bazując na wytycznych The British Medical Ultrasound Society, należy utrzymywać  $TI < 1,0$  a powyżej podanych wartości skracać czas badania oraz  $MI < 0,7$  z uwagi na teoretyczne ryzyko kawitacji. Ze szczególnym uwzględnieniem okolicy skroni  $TI < 0,7$  a powyżej skrócić czas badania, okolicy oczodołu  $TI < 1,0$  a powyżej zaprzestać badać [45]. Szczegółowe zalecenia dotyczące TI oraz MI oraz czasu badania podano w Tabeli Nr2.

Tabela 2. Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa badań ultrasonograficznych [45]

Zastosowanie	Wartości do monitorowania (A)	Wskaźnik termiczny		Wskaźnik mechaniczny	
		0 – 1,0	> 1,0	0 – 0,3	>0,7
Jama brzuszna  Naczynia obwodowe  Inne	Zwykle TIB i MI  [używaj TIC i MI, jeśli kość bliżej niż 1 cm; TIS i MI tylko, jeśli kość nie pojawia się w obrazie]	✓	(B) ogranicz czas skanowania: 1,0<TIB≤1,5 : 120 min 1,5<TIB≤2,0 : 60 min 2,0<TIB≤2,5 : 15 min 2,5<TIB≤3,0 : 4 min 3,0<TIB≤4,0 : 1 min 4,0<TIB≤5,0 : 15 sek 5,0<TIB≤6,0 : 5 sek TIB>6 : niezalecane	✓	(C) ryzyko kawitacji przy użyciu środków kontrastowych
Oko	TIS i MI zalecane	✓	Skanowanie oka jest niezalecane	✓	(C) ryzyko kawitacji przy użyciu środków kontrastowych
Badanie przezczaszkowe u dorosłych	TIC i MI	✓	(B) ogranicz czas skanowania: 0,7<TIC≤1,0 : 60 min 1,0<TIC≤1,5 : 30 min 1,5<TIC≤2,0 : 15 min 2,0<TIC≤2,5 : 4 min 2,5<TIC≤3,0 : 1 min TIC>3 : niezalecane	✓	(C) ryzyko kawitacji przy użyciu środków kontrastowych
Monitorowanie tętna obwodowego	TI lub MI zwykle nie są dostępne w urządzeniach dedykowanych	Moc wyjściowa z urządzeń CW Doppler przeznaczonych do monitorowania pulsu obwodowego jest na tyle niska, że ich użycie nie jest przeciwwskazane, na podstawie bezpieczeństwa.			

✓: Nie ma powodu, aby ograniczać czas skanowania w tym obszarze.

A: Wiele skanerów pozwala na jednoczesne wyświetlanie wartości MI i jednego z TI - najodpowiedniejsza wartość TI zależy od zastosowania klinicznego.

B: TI > 1,0 - całkowity czas ekspozycji (wliczając przerwy) powinien być ograniczony.

C: MI > 0,7 - istnieje ryzyko kawitacji, jeśli stosuje się ultrasonograficzne środki kontrastowe. Istnieje teoretyczne ryzyko kawitacji bez obecności środków kontrastowych. Ryzyko zwiększa się przy wartościach MI powyżej tego progu.

D: Badania ultrasonograficzne przezczaszkowe mogą wymagać większej mocy akustycznej lub dłuższego czasu monitorowania niż inne rejony obrazowania. Jeśli wymagany jest dłuższy czas niż zalecany, zaleca się regularne przerywanie monitorowania w celu minimalizacji ekspozycji.



## 1.6. Znaczenie kliniczne ultrasonografii twarzy

Ultrasonografia twarzy jest metodą łączącą w sobie wiele dziedzin ultrasonografii. Wynika to ze specyfiki obszaru ciała jakim jest ludzka twarz i jej najbliższe okolice. Do niedawna była pomijana w diagnostyce USG. Obecnie przy użyciu głowic wysokoczęstotliwościowych możliwa jest ocena twarzy w kontekście – przedziałów tłuszczowych, więzadeł, części chrzęstnych i kostnych, stawów, mięśni, naczyń, nerwów, skóry i gruczołów zewnątrzwydzielniczych. Przystępując, zatem do badania należy posługiwać się wiedzą z zakresu badań ultrasonograficznych tkanek miękkich, naczyń, dermatologii, ortopedii, okulistyki, laryngologii. Tym samym specjaliści różnych dziedzin mogą wykorzystać USG twarzy w praktyce klinicznej.

### 1.6.1. Ultrasonografia twarzy w chirurgii rekonstrukcyjnej, plastycznej i mikronaczyniowej

Historycznie, badania USG były omawiane w kontekście wizualizacji sonoanatomii mięśni mimicznych twarzy w celu oceny indywidualnych różnic anatomicznych i pomocy przy planowaniu rekonstrukcji przy porażeniu nerwu twarzowego [46, 47]. Używane do obiektywnej oceny stopnia lipodystrofii twarzy, badania USG przy użyciu głowic o częstotliwości 7,5-20 MHz, wykazały dokładne pomiary grubości skóry, co pozwoliło na obiektywną i dokładną ocenę przed- i pooperacyjną [48]. Podczas zabiegów liftingu twarzy wykorzystuje się USG Doppler, celem precyzyjnego określenia miejsc występowania gałęzi skórnych tętnicy poprzecznej twarzy, co umożliwia rozległą dissekcję i poprawia efekt kosmetyczny i funkcjonalny [49]. W roku 2017, ultrasonografia została uznana za skuteczną, niepromieniotwórczą metodę przesiewową w diagnostyce kraniosynostozy (łac. cranosynostosis), czyli przedwczesnego zarośnięcia szwów czaszkowych. Przegląd retrospektywny wykazał 100% wrażliwości i 100% specyficzności w diagnozowaniu tego schorzenia, w porównaniu z badaniem tomografii komputerowej [50]. U pacjentów po przeszczepieniu twarzy, biomikroskopia USG została niedawno opisana jako nieinwazyjna metoda monitorowania odrzutu immunologicznego oraz jako ocena naczyń twarzy przed przeszczepieniem. Kueckelhaus i współpracownicy użyli przetworników o częstotliwości 48 MHz do pomiaru obustronnie tętnic twarzy, promieniowych, grzbietowych stopy i szypuły w obrębie przeszczepu skórnoego u pięciu zdrowych pacjentów po przeszczepieniu twarzy i u pięciu osób z grupy kontrolnej. Wyniki ich badań sugerują, że stosunek grubości

wewnętrznej błony naczyniowej tętnicy twarzowej do tętnicy promieniowej może być wykorzystany do monitorowania pacjentów po przeszczepieniu twarzy pod kątem odrzutu przewlekłego [51]. USG jest przydatne w zabiegach blefaroplastyki, gdzie obrazowanie powieki umożliwia dokładną wizualizację anatomicznej budowy powieki, co pomaga, w planowaniu chirurgicznym [52]. W procedurach mikrochirurgicznych, ultrasonografia jest używana do identyfikacji naczyń krwionośnych oraz obiektywnej oceny perfuzji płata przeszczepianego. Do identyfikowania lokalizacji przecieków naczyniowych, wykorzystywane są opcje dopplerowskie – Doppler fali ciągłej oraz pulsacyjny [53]. Przy pomocy implantowanych urządzeń ultrasonograficznych z głowicami impulsowymi o częstotliwości 20 MHz, możliwe jest ciągle inwazyjne monitorowanie przepływu krwi w celu bezpośredniego monitorowania anastomoz naczyniowych wolnego płata [54]. W pracy dotyczącej rekonstrukcji wargi dolnej, płatem skórny podżuchwowy, wykorzystano USG Doppler, celem zaprojektowania obszaru przeszczepianego płata, biorąc pod uwagę jego unaczynienie przez tętnicę podżuchwową [55]. Renshaw w pracy dotyczącej użyteczności USG Doppler przed zabiegami przeszczepiania twarzy, zwraca uwagę na liczne zalety badania ultrasonograficznego twarzy. Są to między innymi nieinwazyjność, mobilność i powtarzalność badania. Jako dodatkowy atut podaje możliwość oceny żył. W ramach przygotowania przedoperacyjnego, ultrasonografia kolorowa Dopplera może być również używana do oceny alternatywnych źródeł unaczynienia w celu opracowania planu awaryjnego, jeśli tętnica twarzy jest nieobecna. Aparaty przenośne są przydatne do przyłóżkowej oceny pacjenta, co ma szczególne zastosowanie w ocenie dawcy przeszczepu twarzy [56]. Obecna różnorodność procedur chirurgicznych w rejonie twarzy sprawia, że przeprowadzenie badania diagnostycznego mapowania tętnic twarzy staje się niezbędną praktyką. Odchylenia od normalnych parametrów naczyniowych mogą wpłynąć na planowanie zabiegu chirurgicznego, a nawet zakłócić proces rekonwalescencji chorego po operacji [57]. Standardowe metody obrazowania naczyń, jak angiografia rezonansu magnetycznego i angiografia tomografii komputerowej, mogą być drogie i zagrażać zdrowiu pacjenta. W przeciwieństwie do angio-CT czy angio-MR, ultrasonografia jest bezpieczną metodą, pozwalającą na ocenę w czasie rzeczywistym [58]. W ultrasonografii Dopplera można obserwować strukturę anatomiczną w trybie B, jednocześnie oglądać fazę tętniczą i żylną, a także dokonywać oceny hemodynamiki poprzez przestrzenny dostęp do naczynia (analiza jakościowa) oraz za pomocą wykresów fal prędkości przepływu (analiza ilościowa) [59]. Badanie przepływów naczyniowych w czasie rzeczywistym, jest jedną z metod

diagnostycznych w stanach ostrego niedokrwienia lub przy podejrzeniu zakrzepu zarówno tętniczego jak i żylnego [60, 61].

#### 1.6.2. Ultrasonografia twarzy w medycynie estetycznej

Ultrasonografia okazała się przydatna i bezpieczna w monitorowaniu procedur odmładzania skóry, gdzie głównymi celami są neokolageneza, przywracanie turgoru komórek skóry i warstwy podskórnej [62, 63]. Dodatkowe zastosowania ultrasonografii obejmują wizualizację, identyfikację, pomiar i obiektywną ocenę objętości wypełniaczy tkankowych oraz pomiar czasu potrzebnego do ich całkowitej biodegradacji [64-67]. Ultrasonografia wysokich częstotliwości jest obiektywną metodą oceniającą wyniki terapii antycellulitowej, rozrostu skóry, pomiaru tkanki tłuszczowej czy odmładzania powiek [63, 68, 69]. W przeglądzie dotyczącym odmładzania górnej powieki i brwi, Sundaram i Kiripolsky doszli do wniosku, że USG jest skuteczną metodą monitorowania objętości wstrzykiwanych i niedegradowalnych wypełniaczy twarzy [70]. USG zostało wykorzystane do monitorowania zmiany grubości mięśnia żwacza po podaniu toksyny botulinowej oraz grubości skóry po wszczepieniu kwasu polilaktonowego PLLA (inaczej: kwas polilaktydowy) [48]. Pod kontrolą USG, możliwe jest precyzyjne podanie toksyny botulinowej celem zmniejszenia zmarszczek [71].

#### 1.6.3. Ultrasonografia twarzy w dermatologii

Ultrasonograficzne badanie skóry, może być wykorzystane do oceny zmian skórnych pod kątem czerniaka. Pomaga ono w określeniu głębokości guza i ustaleniu indeksu Breslow, który jest kluczowym wskaźnikiem przy ocenie zaawansowania miejscowego czerniaka, co z kolei determinuje postępowanie chirurgiczne [72]. W kontekście raka podstawnokomórkowego skóry (BCC, basal cell carcinoma), niektóre ze zmian mogą wyglądać jak słabo odgraniczone płaskie obszary lub stwardnienia skóry. W badaniu elastografii skóry, udowodniono, iż naciekający BCC ma zwiększoną twardość na granicach w porównaniu do odmiany nieinwazyjnej. To odkrycie może pomóc przewidzieć obecność odmiany inwazyjnej przed rozpoczęciem leczenia. Warianty infiltracyjne wymagają szerszych marginesów chirurgicznych, w przeciwieństwie do wariantów nieinfiltracyjnych, które można leczyć za pomocą standardowego wycięcia chirurgicznego. Wiedza na temat konieczności zachowania szerszych marginesów jest szczególnie istotna w kontekście operacji dotyczących okolic strategicznych jakim jest twarz [73, 74].

#### 1.6.4. Ultrasonografia twarzy w neurologii

Opisano rolę ultrasonografii w leczeniu migrenowych bólów głowy o typie ogniskowym. Przy użyciu opcji Doppler możliwe jest ustalenie punktu największego przepływu naczyniowego, który stanowi punkt spustowy bólu. W miejscu tym dochodzi do konfliktu tętnicy skroniowej powierzchownej i nerwu uszno-skroniowego. Oznaczenie tętnicy przedoperacyjnie pozwala na jej szybką identyfikację śródzabiegowo. To daje możliwość przeprowadzenia zabiegu w znieczuleniu miejscowym [75]. Badania ultrasonograficzne układu nerwowo-mięśniowego nerwów czaszkowych to rozwijająca się dziedzina, która może pomóc w ocenie neuropatii nerwów czaszkowych. Badanie ultrasonograficzne twarzy, może wykrywać powiększenie nerwu twarzowego w przypadku porażenia Bella i przez to może odgrywać rolę w ocenie lub monitorowaniu tego stanu oraz innych zaburzeń nerwu twarzowego [76]. Badanie ultrasonograficzne twarzy daje możliwość, różnicowania wrodzonego jednostronnego porażenia dolnej wargi CULLP (ang. congenital unilateral lower lip palsy), którego podstawą jest aplazja lub hipoplazja mięśni obniżaczy dolnej wargi oraz precyzyjnego podania toksyny botulinowej w mięśnie strony przeciwnej [77, 78]. Podobnie przy agenezji mięśnia marszczącego brwi [79].

#### 1.6.5. Ultrasonografia twarzy w ortopedii i fizjoterapii

Ultrasonografia to nieinwazyjna technika diagnostyczna, wysoce dokładna i niezawodna w wykrywaniu zmian przekrojowych małych mięśni. Badania ultrasonograficzne i elektromiograficzne wykazały, związek między zwiększoną grubością a aktywnością skurczową mięśni żwacza, skroniowego i mostkowo-obojęzyczkowo-skroniowego u pacjentów z zaburzeniami w obrębie stawu skroniowo-żuchwowego. Wyniki opisanych badań potwierdzają, użyteczność ultrasonografii twarzy w monitorowaniu terapii z wykorzystaniem suchego igłowania [37].

## 1.7. Charakterystyka wypełniaczy tkankowych

Wypełniacze tkankowe to grupa preparatów, wykorzystywanych w zabiegach medycyny estetycznej, której celem jest wizualne odmłodzenie twarzy. Wraz z procesem starzenia dochodzi do licznych zmian. Należą do nich zmiana jakości skóry, utrata objętości tkanek miękkich i kości oraz opadanie pod wpływem grawitacji tkanek miękkich w tym mięśni i ich powięzi. Wypełniacze tkankowe służą w tych przypadkach do wypełniania zmarszczek i bruzd oraz do nadania objętości i modelowania kształtu tkanek miękkich, a co za tym idzie do remodelingu rysów twarzy. W związku z tym są etapem pośrednim pomiędzy mało inwazyjną pielęgnacją skóry, a tradycyjnymi technikami z zakresu chirurgii plastycznej [80]. W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost wykonywanych procedur estetycznych. Gwałtowny wzrost wykorzystania wypełniaczy tkankowych ma miejsce w kontekście zjawiska socjologicznego, które dąży do uniknięcia niekorzystnych efektów starzenia się w coraz starszej populacji. Skóra, a zwłaszcza skóra okolicy twarzy, jest szczególnie poddana wzmożonemu zużyciu, ze względu na jej stałą ekspozycję [81]. Wypełniacze tkankowe znajdują zastosowanie również w wypełnianiu ubytków w związku z lipodystrofią, będącej następstwem kombinowej terapii antyretrowirusowej (ART), u osób zakażonych ludzkim wirusem upośledzenia odporności (HIV), w chorobie Romberga, a także w pourazowym zniekształceniu twarzy [82-87].

Wypełniacze można podzielić na biodegradowalne, których efekt działania jest tymczasowy i niedegradowalne, zwane wypełniaczami trwałymi. Do tych pierwszych zalicza się stosowany najczęściej kwas hialuronowy (HA, Hyaluronic acid), preparaty kolagenu (wołowe, wieprzowe, ludzkie) oraz wypełniacze o długim czasie rozkładu takie jak hydroksyapatyt wapnia (CaHA), kwas polilaktydowy (PLLA), czy najnowszy z nich polikaprolakton (PCL). Do trwałych wypełniaczy zaliczamy autologiczny przeszczep tłuszczu, polimetakrylan metylu (PMMA), żel poliakryloamidowy (PAAG), silikon i ich kombinacje [80, 88, 89].

HA. Kwas hialuronowy stanowi główny składnik macierzy tkanki łącznej w skórze właściwej. Tworzy on elastyczną, lepką matrycę, w której osadzone są włókna kolagenu i elastyny. W związku z hydrofilnością, przyciąga i utrzymuje wodę w przestrzeni pozakomórkowej, co wpływa na objętość i sprężystość skóry właściwej. Cechą unikalną kwasu hialuronowego jest izowolumetryczny rozkład. Oznacza to, że podczas stopniowego rozpadu, cząsteczki kwasu, które pozostały, mają zdolność do większego wiązania wody, co w efekcie powoduje, że objętość podanego wypełniacza nie zmienia się, do momentu całkowitego rozłożenia preparatu [90]. Pierwszym preparatem kwasu hialuronowego

do korekcji umiarkowanych i głębokich zmarszczek i bruzd twarzy, a także do modelowania warg był Restylane, zatwierdzony przez FDA w 2003 r [80]. W badaniu ultrasonograficznym czysty kwas hialuronowy widoczny jest w postaci bezechowych obszarów, przypominających torbiele i ulega degradacji w przeciągu 3-6 miesięcy. Preparaty o dużej gęstości (tzw. wysokousięciowane) zazwyczaj prezentują się jako dobrze odgraniczone, struktury prawie-bezechowe, położone głębiej w tkankach, zazwyczaj nadokostnowo i utrzymują się w nich, w zależności od publikacji, 6-24 miesięcy [81, 90].

Kolagen stanowi strukturalną podstawę skóry. Ilość kolagenu zmniejsza się i ulega zmianom w czasie. Wraz z wiekiem spada stosunek kolagenu typu I do typu III. Dodatkowo w związku z narażeniem na czynniki zewnętrzne jak słońce, dym tytoniowy czy zanieczyszczenie powietrza, rośnie poziom kolagenazy, która dodatkowo przyspiesza proces starzenia. Wypełniacze tkankowe oparte na kolagenie zostały opracowane jako oczywisty substytut naturalnego składnika skóry. Kolagen jest produktem wzorcowym, na podstawie którego ocenia się wszystkie inne implanty tkankowe. Kolagen wołowy był pierwszym iniekcyjnym, nieautologicznym wypełniaczem, zatwierdzonym przez FDA w 1981 roku pod nazwą Zyderm, w leczeniu zmarszczek i bruzd twarzy. Kolejnym produktem dopuszczonym do użytku był Zylplast, w 1985 r. Ten drugi, zapewnia dłuższy czas korekcji, ponieważ jego włókna kolagenowe są skrzyżowane za pomocą glutaraldehydu, co hamuje degradację przez kolagenazę. Zyderm I podawany jest w warstwę brodawkową skóry właściwej, Zyderm II w warstwę podbrodawkową, a Zylplast w warstwę siateczkową. W miarę wchłaniania się nośnika jakim jest sól fizjologiczna, tworzy się sieć kolagenu poprawiająca napięcie skóry. Ostatecznie wstrzyknięty kolagen rozpoznawany jest jako ciało obce i niszczone przez kolagenazę gospodarza z wytworzeniem miejscowego stanu zapalnego. To daje efekt czasowego zwiększenia objętości w miejscu podania preparatu. Kolagen wołowy utrzymuje się w tkankach do 6 miesięcy, choć istnieją doniesienia, iż po okresie 3 miesięcy jest niewykrywalny w tkankach. W 2003 r. FDA zatwierdziło preparaty Cosmoplast i Cosmoderm, zawierające oczyszczony kolagen z ludzkich linii hodowli fibroblastów, do korekcji zmarszczek, blizn potrądzikowych i innych deformacji konturu tkanek miękkich twarzy [80, 91]. W ultrasonografii, depozyt kolagenu przedstawia się jako nieregularny, dobrze odgraniczony obszar o obniżonej echogeniczności, przeważnie niejednorodny, co najpewniej związane jest z obecnością siatki włókien kolagenowych [86].

CaHA. Hydroksyapatyt wapnia, występuje pod nazwą handlową Radiesse. Zarejestrowany przez FDA do wstrzykiwań podskórnych lub nadokostnowych w celu redukcji zmarszczek. Głównym składnikiem produktu są cząsteczki hydroksyapatytu wapnia zawieszane

w żelowym roztworze wodnym z gliceryną i hydroksycelulozą sodową. Preparat daje efekt wypełnienia a po degradacji nośnika celulozowego, co trwa 6-8 tygodni, cząsteczki hydroksyapatytu wapnia są uwalniane i stymulują produkcję kolagenu w tkankach. Jednocześnie miejscowa odpowiedź fibroblastyczna prowadzi do tworzenia włóknistej otoczki dookoła preparatu, co ogranicza jego migrację. Preparat w ciągu 2-6 lat rozkłada się do jonów wapnia i fosforu [80, 82]. W obrazie USG, widoczny jest obszar hiperechogenicznych odbić, z silnym następowym cieniem akustycznym [81]. Obraz ten można porównać do zwapnień w tkankach miękkich.

PLLA. Kwas polilaktydowy, polilaktyd, kwas polimlekowy, znany pod nazwą handlową Sculptra, został zatwierdzony w 2004 r. przez FDA, do korekcji objawów lipodystrofii u osób HIV-dodatnich. Wykorzystywany jest do redukcji zmarszczek. Mikrocząsteczki polilaktydu zawieszono w żelu karboksymetylocelulozowym sodu. Dzięki czemu, cząsteczki kwasu unikają fagocytozy przez makrofagi skórne oraz nie przechodzą przez ścianę naczyń włosowatych. Preparat wstrzykiwany jest głęboko na granicy skóry właściwej i warstwy podskórnej lub głębiej nadokostnowo. Daje natychmiastowy efekt wypełnienia. Nośnik celulozowy ulega biodegradacji do dwutlenku węgla i wody, do dwóch tygodni od podania. PLLA po uwolnieniu z żelu, stymuluje fibroblasty do neokolagenezy. To przekłada się na długotrwały efekt zwiększenia objętości tkanek, który trwa 18-24 miesiące [80]. W ultrasonografii, PLLA, prezentuje się jako nieregularne w przewodzie izoechogeniczne lub lekko hiperechogeniczne guzki, z obszarami bezechowymi. Czasami PLLA jest mniej zogniskowany i przedstawia się w postaci dyskretnie zmienionego obszaru [92-94].

PCL. Polikaprolakton podobnie jak kwas polimlekowy, jest wypełniaczem tkankowym o właściwościach biostymulujących. Został zatwierdzony przez FDA i wprowadzony na rynek estetyczny w 2009 roku, pod nazwą handlową Ellansé. Produkt ten składa się z mikrosfer całkowicie bioresorbowalnego polimeru – polikaprolaktonu, zawieszonych w żelowym nośniku z karboksymetylocelulozy. Biodegradacja i bioresorpcja PCL zachodzą poprzez hydrolizę wiązań estrowych, prowadząc do końcowych produktów CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, które są całkowicie usuwane z organizmu. Jedną z ważnych cech tego wypełniacza jest jego zdolność do stymulowania syntezy nowego kolagenu. Podczas gdy żelowy nośnik jest stopniowo resorbowany przez makrofagi w ciągu 6-8 tygodni, mikrosfery PCL stymulują neokolagenezę. Czas działania zależy od początkowej długości łańcucha polimeru i od czasu całkowitej bioresorpcji produktu. Dostępne są cztery wersje stymulatora opartego na PCL: Ellansé-S (krótka wersja, S), Ellansé-M (średnia wersja, M), Ellansé-L (długa wersja, L) i Ellansé-E (bardzo długa wersja, E), z przewidywaną trwałością w organizmie wynoszącą

odpowiednio 1, 2, 3 i 4 lata [95-99]. W piśmiennictwie brak jest opracowań dotyczących wyglądu wypełniaczy na bazie polikaprolaktonu w obrazowaniu ultrasonograficznym.

Autologiczny przeszczep tłuszczu, to tkanka tłuszczowa pochodząca od pacjenta. Pobierana jest z brzucha, ud lub pośladków. Podskórne wstrzyknięcie w obręb twarzy ma potencjał osiągnięcia trwałych efektów. Jednak efekt końcowy, może być trudny do przewidzenia z uwagi na częściową, lokalną resorpcję [80]. W USG depozyty tłuszczu tworzą izoechogeniczne lub hipoechogeniczne obszary, zlewające się z lokalną tkanką tłuszczową [100, 101].

PMMA. Polimetakrylan metylu w połączeniu z kolagenem wołowym, znany jest jako ArteFill od 2003 r. Mikrosfery są zawieszane w nośniku kolagenowym. Kolagen ulega degradacji w okresie 1-4 miesięcy od podania. Polimetakrylan zostaje otorebkowany przez włókna nowo powstałego kolagenu, co zapobiega migracji. Preparat podaje się głęboko w skórze właściwej lub w warstwie podskórnej [80]. W USG widoczny jest jako obszar z rozproszonymi hiperechogenicznymi punktami, za którymi widoczny jest artefakt ogona komety [81].

PAAG. Żel poliakrylamidowy, znany pod nazwą handlową jako Aquamid. Został zarejestrowany w 2001 r. do korekcji zmian w przebiegu lipodystrofii związanej z chorobą AIDS [83, 102]. W obrazie USG, widoczny jest jako skupisko bezechowych przestrzeni lub pojedyncze prawie bezechowe depozyty. Jego obraz nie zmienia się w czasie, w obserwacji 18 miesięcznej [81].

Termin silikon odnosi się do polimerów syntetyzowanych na bazie krzemu. Silikon może występować w postaci ciał stałych (elastomerów), żeli, pianek i cieczy, w zależności od stopnia polimeryzacji. Silikon medyczny to bezbarwna, oleista ciecz otrzymywana z krzemionki i składająca się z polimeryzowanego dimetylosiloksanu. Czysty ciekły silikon jest używany do wypełniania tkanek miękkich na całym świecie przez od najmniej 40 lat. Pierwsze zatwierdzenie silikonu do użycia medycznego w USA miało miejsce w 1960 roku i dotyczyło implantów piersi. Stosowanie silikonu do celów estetycznych jest poza wskazaniem, choć w 1993 r. powstał raport Zespołu Zadaniowego ds. Augmentacji Tkanek Miękkich na temat ciekłego wstrzykiwalnego silikonu dla Amerykańskiej Akademii Dermatologii, w którym stwierdzono, że „istnieje bogate doświadczenie kliniczne w dermatologii z użyciem ciekłego wstrzykiwalnego silikonu techniką mikrokropelkową, które pokazuje jego skuteczność i bezpieczeństwo u wielu osób przez wiele lat.” Silikon, w zależności od stopnia polimeryzacji, występuje w różnych formach. Istnieją dwie postaci płynnego silikonu, zatwierdzone przez FDA, Silikon i AdatoSil [80]. Silikon jest wstrzykiwany za pomocą techniki mikro-kropelkowej. Bardzo małe objętości (0,01–0,03 ml) są deponowane



w kilku miejscach w głęboką warstwę skóry właściwej. W obszarze wymagającym augmentacji, tworzy się siatkę wstrzyknięć rozmieszczonych co 1–3 mm. Należy unikać nadmiernej korekcji, a wstrzyknięcia powtarza się co 4–6 tygodni, aby osiągnąć pełną korekcję. Wstrzyknięty silikon rozprasza się lokalnie w tkankach, a w ciągu kilku tygodni, zostaje otoczony tkanką włóknistą. Wyniki mogą być widoczne dopiero po dwóch lub trzech zabiegach [103]. Czysty silikon w USG, występuje w postaci bezechowych zatok, które nie zmieniają się w czasie. Silikon zawieszony w oleju tworzy obraz burzy śnieżnej z następowym cieniem akustycznym [81].

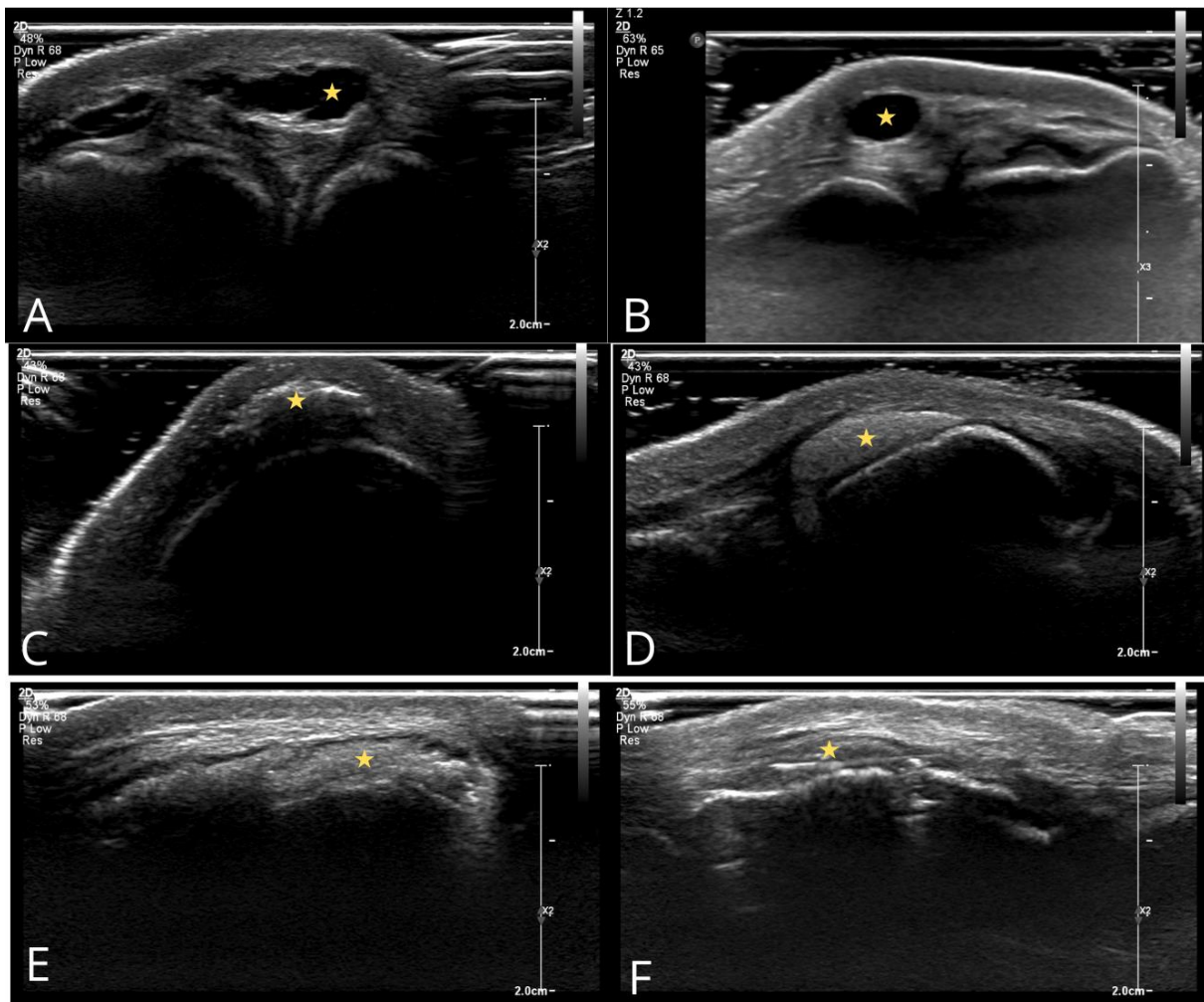
Na dzień dzisiejszy, ultrasonografia jest metodą z wyboru do analizy wypełniaczy tkankowych. Jest niezawodna w wykrywaniu, identyfikacji i ocenie szerokiej gamy powszechnie stosowanych na całym świecie wypełniaczy kosmetycznych. USG jest przydatne przy mapowaniu przed zabiegowym, co może być użyteczne do zweryfikowania obecności wcześniej podanych preparatów, które mogą wikłać kolejne zabiegi. Samo podanie wypełniacza może być monitorowane z wykorzystaniem obrazowania ultrasonograficznego. USG daje możliwość obiektywnej oceny trwałości stosowanych preparatów a także efektów biologicznych wywieranych na tkanki. Wreszcie, USG ma ogromne znaczenie w diagnozowaniu powikłań, związanych z podaniem wypełniaczy tkankowych, które mogą naśladować inne zmiany dermatologiczne. W związku z tym na podstawie badania ultrasonograficznego, możliwy jest zindywidualizowany dobór leczenia [81].

Tabela Nr3 przedstawia zestawienie omówionych wypełniaczy tkankowych wraz z ich obrazem ultrasonograficznym.

Na Rycinie Nr1 zaprezentowano przykłady obrazów ultrasonograficznych wypełniaczy tkankowych.

Tabela 3. Zestawienie omówionych wypełniaczy tkankowych wraz z ich obrazem ultrasonograficznym. HA- kwas hialuronowy; CaHA- hydrosyapatyt wapnia; PLLA- kwas polimlekowy; PCL- polikaprolakton; PMMA- polimetakrylan metylu; PAAG- żel poliakrylamidowy.

Wypełniacz tkankowy	Obraz ultrasonograficzny
HA	Bezechowy, często nieregularny, dobrze odgraniczony obszar
Kolagen	Nieregularny, dobrze odgraniczony, hipoechogeniczny, niejednorodny obszar
CaHA	Obszar hiperechogenicznych odbić, z silnym następowym cieniem akustycznym
PLLA	Nieregularne w przewodzie izoechogeniczne lub lekko hiperechogeniczne guzki, z obszarami bezechowymi
PCL	<i>Brak doniesień</i>
PMMA	Obszar z rozproszonymi hiperechogenicznymi punktami, za którymi widoczny jest artefakt ogona komety
PAAG	Skupisko bezechowych przestrzeni lub pojedyncze prawie bezechowe depozyty
Czysty silikon	Bezpostaciowe, nieregularne, bezechowe obszary
Silikon w zawiesinie oleju	Obraz burzy śnieżnej z następowym cieniem akustycznym



Rycina 1. Przykłady wypełniaczy tkankowych oznaczone gwiazdką. Materiały własne. A- wysokocieniowany HA; B- HA z lidokainą; C- CaHA; D- CaHA na nośniku żelowym; E- PLLA z HA; F- PLLA.

## 2. ZAŁOŻENIA I CELE PRACY

Założenie pracy:

Charakterystyka anatomii ultrasonograficznej twarzy, ze szczególnym uwzględnieniem mięśni mimicznych i naczyń środkowej części twarzy.

Cele szczegółowe:

- Prezentacja anatomii ultrasonograficznej twarzy, wybranych mięśni mimicznych i tętnic
- Wyliczenie średniej grubości wybranych mięśni mimicznych
- Wyliczenie średniej odległości wybranych mięśni od powierzchni skóry (tzn. od naskórka)
- Wyliczenie średniej szerokości wybranych tętnic
- Wyliczenie średniej odległości od naskórka wybranych tętnic w określonych punktach topograficznych
- Wyliczenie średniej prędkości szczytowo-skurczowej (PSV) wybranych tętnic
- Wyliczenie średniej prędkości końcowo-rozkurczowej (EDV) wybranych tętnic
- Wyliczenie średniego indeksu oporu (RI) wybranych tętnic
- Wyliczenie średniego indeksu pulsacji (PI) wybranych tętnic
- Ocena zależności wybranych parametrów od indywidualnych cech pacjenta (wiek, BMI)
- Porównanie zmienności anatomicznej w obrębie twarzy w zależności od płci
- Porównanie stron twarzy pod względem symetryczności badanych parametrów mięśni i tętnic
- Ocena jednoczesnego wpływu wieku, płci, BMI i strony twarzy na parametry USG badanych struktur twarzy

### 3. MATERIAŁ I METODY BADANIA

#### 3.1. Materiał badawczy

Badanie przeprowadzono w oparciu o diagnostykę ultrasonograficzną wysokich częstotliwości, wybranych struktur twarzy. Badania USG wykonywano w Pracowni Diagnostyki Ultrasonograficznej, Zakładu Radiologii Pediatrycznej, Wydziału Lekarsko-Stomatologicznego, Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. Materiał stanowiło 127 dorosłych osób, w wieku 21 - 40 lat, obu płci. Grupa badawcza składała się ochotników zebranych losowo, po zamieszczeniu ogłoszenia, o prowadzonym badaniu, w portalu społecznościowym Facebook. Dla każdego z ochotników zapisywana była płeć, wiek oraz deklarowany wzrost i waga (jedna pacjentka nie zgodziła się na podanie wzrostu i wagi). Wiek badanej grupy ochotników zawierał się w przedziale od 21 do 40 lat. Przedział wiekowy został ustalony na podstawie piśmiennictwa [104-106]. Celem pracy było scharakteryzowanie prawidłowej anatomii ultrasonograficznej twarzy. Ustalono, iż powyższy przedział wiekowy jest reprezentatywny dla grupy ludzi młodych, zanim dojdzie do fizjologicznego procesu starzenia i związanych z tym zmian anatomicznych. Grupa badanych składała się z 24 mężczyzn i 103 kobiet. Przyczyną nierówności liczebności tych dwóch grup jest ogólna trudność w rekrutowaniu mężczyzn na badanie USG twarzy oraz szybkie przerywanie badania np. po umieszczeniu żelu w okolicy oczu (zgłaszany dyskomfort). Kryteria wyłączenia z badania: przebyte zabiegi medycyny estetycznej ingerujące w strukturę i/lub układ mięśni w tym implanty twarzy, wypełniacze, toksyna botulinowa; przebyty uraz twarzy, skutkujący złamaniem kości twarzoczaszki, szczęki lub uraz wymagający ingerencji chirurga plastyka; porażenia w obrębie twarzy; dystrofie mięśniowe; miastenia; klaustrofobia.

Do badania włączono 10 parzystych mięśni mimicznych (brzusiec czołowy m. potyliczno-czołowego, m. podłużny, m. marszczący brwi, m. okrężny oka, m. dźwigacz kąta ust, m. dźwigacz wargi górnej, m. obniżacz kąta ust, m. obniżacz wargi dolnej, m. jarzmowy większy, m. bródkowy) oraz 1 mięsień nieparzysty (m. okrężny ust). Mięśnie okrężne, podzielono na cztery części, zgodnie z podziałem anatomicznym.

Z badania wykluczono mięśnie dźwigacz wargi górnej i skrzydełka nosa, jarzmowy mniejszy oraz śmiechowy. Mięśnie te charakteryzują się dużą zmiennością anatomiczną oraz niewielkimi rozmiarami lub brakiem występowania [11, 107]. Ich identyfikacja w badaniu ultrasonograficznym częstokroć jest niemożliwa.

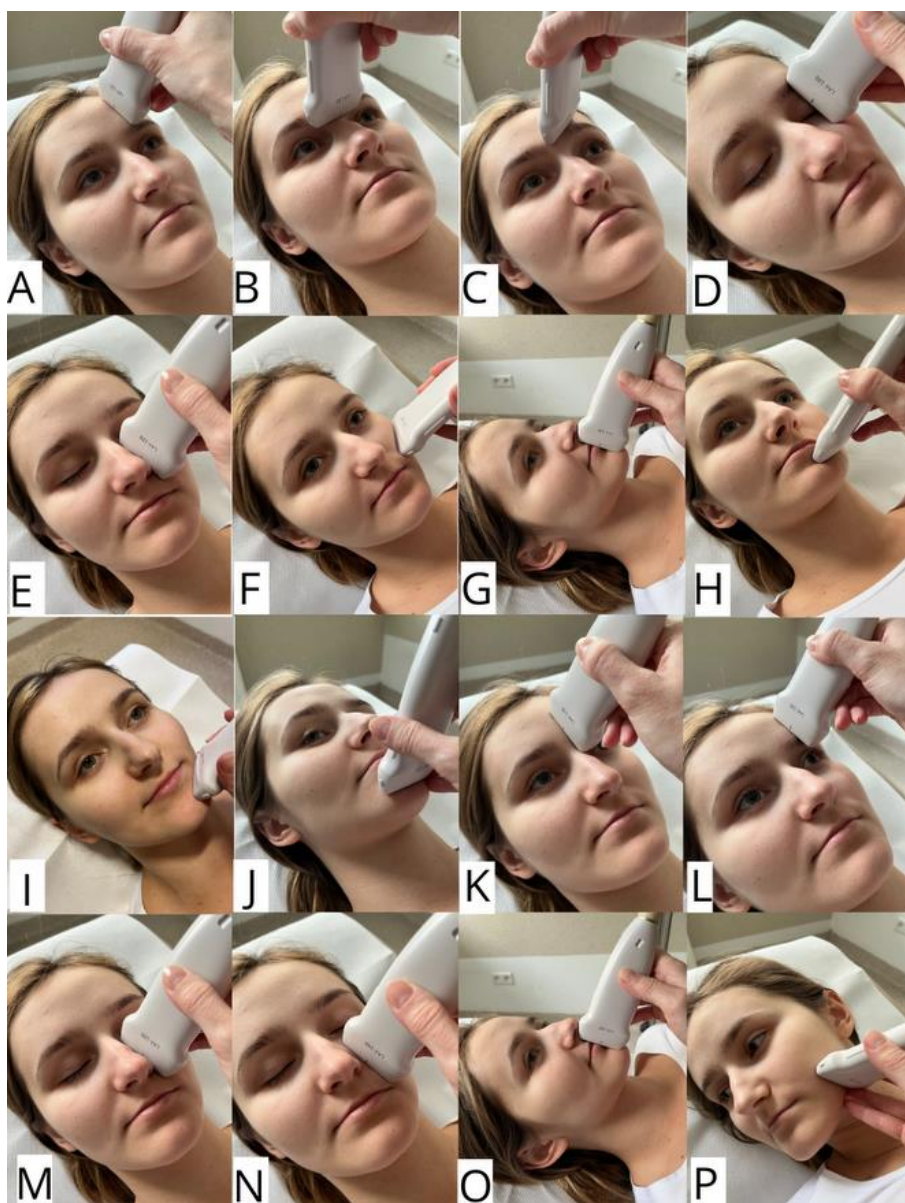
Do badania włączono 7 tętnic (t. nadbłoczkowa, t. nadoczodołowa, t. podoczodołowa, t. kąтова, t. twarzowa, t. wargowa górna, t. wargowa dolna). Kryterium włączenia obejmowało tętnice istotne w kontekście zabiegów wolumetrii i rekonstrukcji twarzy, znajdujące się w środkowej części twarzy.

W celu zachowania transparentności wyników stosowano skróty opisywanych struktur:

mOF	M. potyliczno-czołowy brzusiec czołowy
mP	M. podłużny
mCS	M. marszczący brwi
mOOcSO	M. okrężny oka powieka górna część oczodołowa
mOOcSP	M. okrężny oka powieka górna część powiekowa
mOOcIO	M. okrężny oka powieka dolna część oczodołowa
mOOcIP	M. okrężny oka powieka dolna część powiekowa
mLAO	M. dźwigacz kąta ust
mLLS	M. dźwigacz wargi górnej
mDAO	M. obniżacz kąta ust
mDLI	M. obniżacz wargi dolnej
mZM	M. jarzmowy większy
mOOrSP	M. okrężny ust wargi górna część obwodowa
mOOrSM	M. okrężny ust wargi górna część brzeżna
mOOrIP	M. okrężny ust wargi dolna część obwodowa
mOOrIM	M. okrężny ust wargi dolna część brzeżna
mM	M. bródkowy
aST	T. nadbłoczkowa
aSO	T. nadoczodołowa
aIO	T. podoczodołowa
aA	T. kąтова
aF	T. twarzowa
aLS	T. wargowa górna
aLI	T. wargowa dolna

### 3.2. Metoda badawcza

Badanie USG było wykonywane przy użyciu systemu Samsung RS80, z wykorzystaniem głowicy liniowej LA4-18B, o długości czoła głowicy 45 mm i zakresie częstotliwości 4-18 MHz. Używano ustawień aparatu, dedykowanych przez producenta, do obrazowania układu mięśniowo-szkieletowego ogólnego (ang. preset musculoskeletal general). Manualnie zmieniano ustawienia w zakresie: wzmacnienie (ang. Gain) 50-70 dB, zakres dynamiki (ang. Dynamic Range) 54, średnia liczba klatek (ang. Frame Average) 6-10, intensywność ekranu (ang. Persistence) 90, częstotliwość o wysokiej rozdzielczości (ang. Frequency Resolution), głębokość penetracji (ang. Penetration) 1-2 cm. Przed rozpoczęciem badań wyznaczono punkty przyłożenia głowicy na twarzy, celem uzyskania porównywalnych obrazów RycNr2.

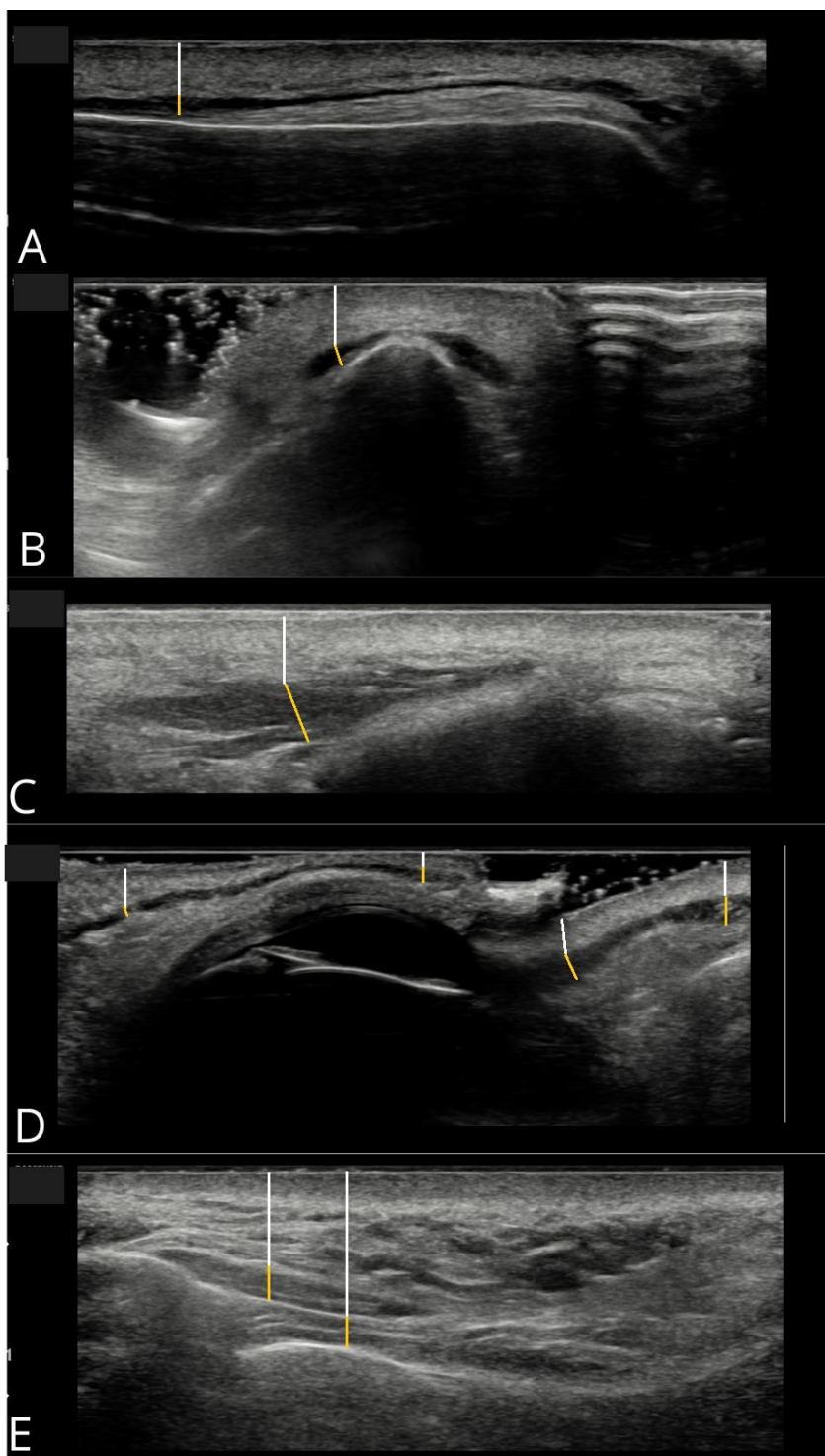


Rycina 2. Przyłożenia głowicy do uzyskania obrazów: A- brzusiec czołowy m. potyliczno-czołowego; B- m. podłużny; C- m. marszczący brwi; D- m. okrężny oka; E- mm. unoszące wargę górną; F- m. jarzmowy większy; G- m. okrężny ust; H- m. obniżacz kata ust; I- m. obniżacz wargi dolnej; J- m. bródkowy; K- t. nadbłoczkowa; L- t. nadczołowa; M- t. podczołowa; N- t. kątowa; O- t. wargowa górna i dolna; G- t. twarzowa.

Badano dwie połowy twarzy, u każdego ochotnika. W czasie badania stosowano minimalny ucisk tkanek, a gdy było to konieczne – poduszkę żelową. Używano żelu Aquasonic 100 Parker, hipoalergicznego i niepowodującego podrażnień skóry i błon śluzowych. Przy obrazowaniu mięśni okrężnych oka zachowywano szczególną uwagę, dotyczącą wartości indeksu mechanicznego i termicznego badania. W żadnym z badań wskaźniki, nie przekraczały maksymalnej wartości, zalecanej przez The British Medical Ultrasound Society [45]. Obrazy zapisywano w postaci plików DICOM.

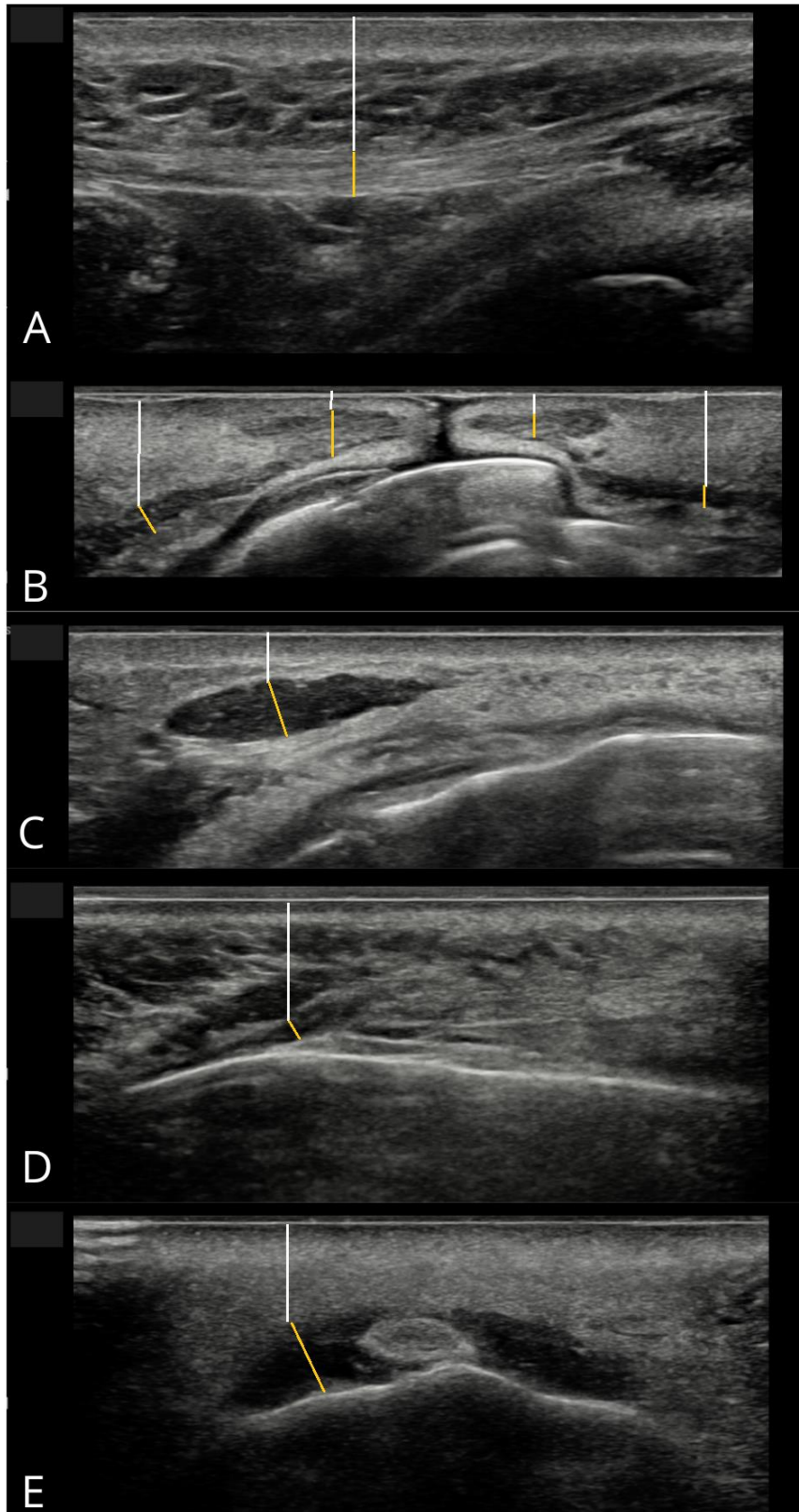
Dane były opracowywane poprzez autorską aplikację internetową, gdzie przy użyciu elektronicznego markera, na dużym powiększeniu, dokonywano pomiarów grubości i odległości od naskórka mięśni mimicznych oraz średnicy i odległości od naskórka wybranych naczyń. Zgodnie z obowiązującymi standardami [108], pomiary szerokości naczyń wykonuje się w opcji B-Mode, w przekroju podłużnym. Pomiary szerokości naczyń w opcji Dopplera (Color lub Power) obarczone są błędem, ze względu na brak widocznych granic ściany naczynia a dokładnie kompleksu intima-media. Pomiary tętnic o średnicy  $\leq 1$  mm (tj. aST, aSO, aIO, aA, aLS, aLI), były wykonywane przy włączonym obrazowaniu Color Doppler lub Power Doppler. Wynika to z faktu, że tętnice, o których mowa, często nie są widoczne w opcji B-Mode. W celu zmniejszenia błędu pomiaru, dobierano odpowiednio parametry – filtr ściany, wzmocnienie Dopplera, częstotliwość powtarzania impulsu (ang. Wall Filter, Gain Doppler oraz Pulse Repetition Frequency). W podobny sposób pracowali inni autorzy, zajmujący się tematem pomiarów naczyń o  $\text{śr} < 1$  mm [109]. Pomiary szerokości aF, pomimo iż jej średnica jest  $> 1$  mm, wykonywano w ten sam sposób jak pozostałych naczyń. Założono, że to pozwoli na zachowanie spójności pomiarów wszystkich badanych tętnic i umożliwi ich porównanie. W badaniu analizowano spektrum przepływu badanych tętnic. Wykonując analizę spektrum stosowano bramkę pomiarową zajmującą 1/3 kanału przepływu ustawioną w części środkowej naczynia, a w przypadku naczyń o małych średnicach najmniejszą z możliwych do wyboru. W czasie badań zachowywano kąt insonacji  $\leq 60^\circ$ , analizowano tętnice w przekrojach podłużnych, zgodnie z obowiązującymi wytycznymi [108, 110]. Każdy pomiar wykonywany był trzykrotnie. Sprawdzenie dokładności i rzetelności zebranych danych, odbywało się przez wspomnianą aplikację, która losowo generowała i wysyłała, przypadki, Promotorowi pracy. Dane dotyczące spektrum przepływu krwi w naczyniach tętniczych (PSV, EDV, RI, PI) były pobierane automatycznie z informacji zawartych w pliku DICOM. Po ich zebraniu manualnie odznaczano spektra zawierające

artefakty, celem uzyskania najbardziej wiarygodnych wyników. Sposób pomiarów przedstawiono na Rycinach Nr3- Nr5.

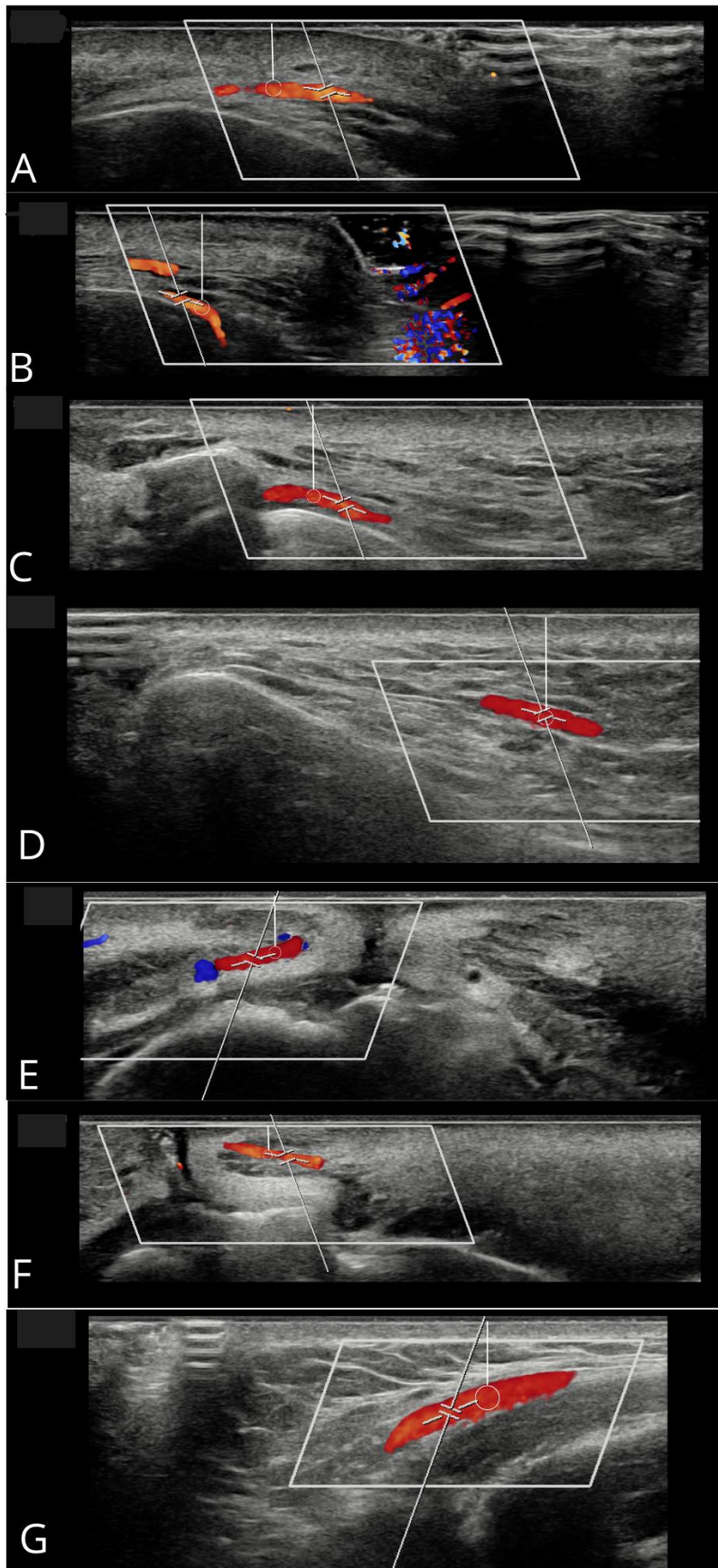


Rycina 3. Sposób pomiaru mięśni oraz ich odległości od naskórka- linie w różnych kolorach. A- brzusiec czołowy m. potyliczno-czołowego; B- m. podłużny; C- m. marszczący brwi; D- składowe m. okrężnego oka (od lewej: powieka górna część oczodołowa; część powiekowa; powieka dolna część powiekowa; część oczodołowa); E- mm. unoszące wargę górną (od lewej: m. dźwigacz wargi górnej; m. dźwigacz kąta ust).





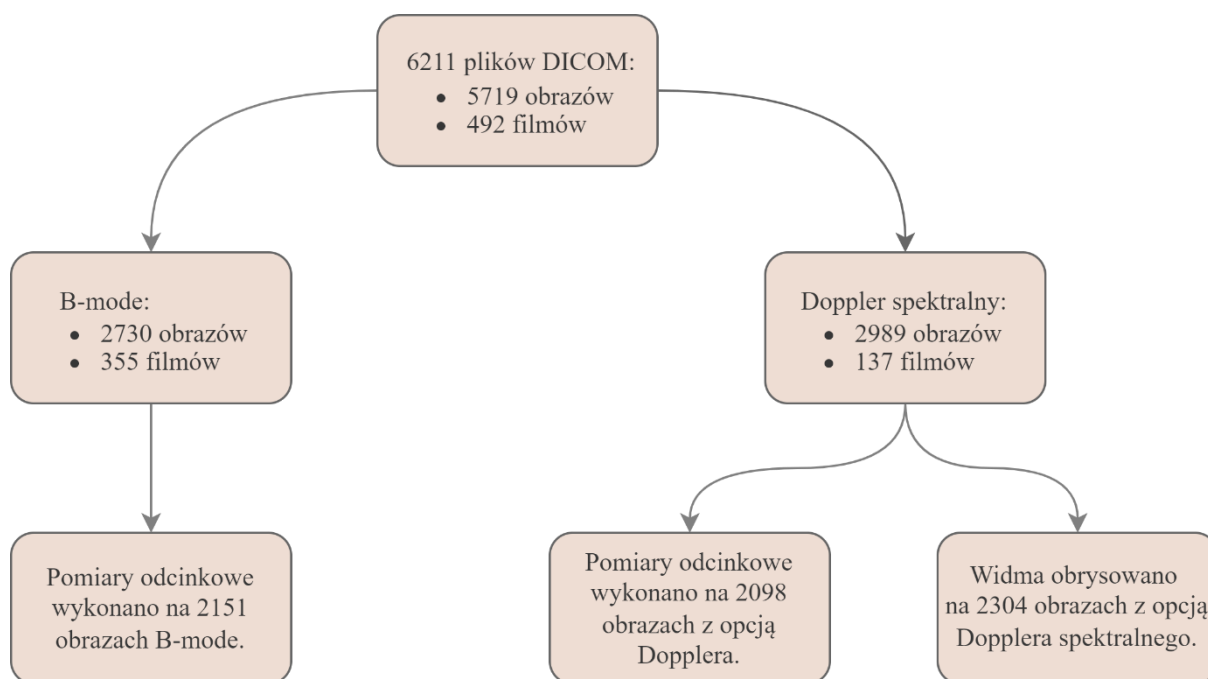
Rycina 4. Ciąg dalszy. Sposób pomiaru mięśni oraz ich odległości od naskórka- linie w różnych kolorach. A- m. jarzmowy większy; B- składowe mięśnia okrężnego ust (od lewej: warga górna: część obwodowa; część brzeżna; warga dolna: część brzeżna; część obwodowa); C- m. obniżacz kąta ust; D- m. obniżacz wargi dolnej; E- m. bródkowy.



Rycina 5. Sposób pomiaru średnicy naczynia- kółko; sposób pomiaru odległości od naskórka- linia ciągła. A- t. nadbłoczkowa; B- t. nadoczodołowa; C- t. podoczodołowa; D- t. kątowa; E- t. wargowa górna; F- t. wargowa dolna; G- t. twarzowa.

### 3.3. Opis zebranych danych

Badanie ultrasonograficzne twarzy ochotników obejmowało obrazowanie 17 obszarów mięśni oraz 7 tętnic. W wyniku przeprowadzonych badań USG twarzy zostało zapisanych łącznie 6211 plików DICOM (obrazów i filmów) dla dwóch głównych modalności obrazowania: B-mode oraz w opcji Dopplera (kolorowego/mocy/spektralnego). Do pomiarów odcinkowych grubości mięśni, średnic tętnic i ich odległości od skóry wybranych zostało 2151 obrazów B-mode oraz 2098 obrazów Dopplera. Natomiast do wyznaczenia parametrów przepływu krwi wyselekcjonowano 2304 obrazu Dopplera spektralnego. Wybrano obrazu o najlepszej rozdzielczości, bez obecności artefaktów lub takie, gdy obecne artefakty obrazowania nie wpływały na pomiar poszczególnych parametrów. Schemat liczebności zapisanych plików DICOM i ich późniejszego włączenia do analizy przedstawiono na Rycinie Nr6.



Rycina 6. Schemat liczebności: zebranych danych w postaci plików DICOM, danych wykorzystanych do pomiarów odcinkowych grubości mięśni, średnic tętnic i ich odległości od naskórka oraz danych, dla których obrysowano widma i wyznaczono parametry prędkości przepływu krwi (PSV, EDV, RI, PI).

Na 4249 obrazach (2151 B-mode oraz 2098 Dopplera spektralnego) wykonywane były odcinkowe pomiary grubości mięśni, średnic tętnic i ich odległości od skóry. Gdy granice danej struktury nie były oczywiste, mierzona była ona dwukrotnie na dwóch niezależnych obrazach, celem uzyskania jak najdokładniejszej średniej z pomiarów.

W Tabeli Nr4 zestawiono podsumowanie liczby wykonanych pomiarów dla wszystkich struktur z uwzględnieniem podziału na pomiary wykonane na obrazach B-mode oraz Dopplera spektralnego.

Tabela 4. Podsumowanie liczby wykonanych pomiarów odcinkowych.

	<b>Liczba wykonanych pomiarów odcinkowych (grubość/średnica oraz odległość od naskórka) [a.u.]</b>		<b>Suma</b>
	<b>B-mode</b>	<b>Doppler spektralny</b>	
<b>mOF</b>	1 458	0	1 458
<b>mP</b>	1 446	24	1 470
<b>mCS</b>	1 476	0	1 476
<b>mOOcSO</b>	1 392	0	1 392
<b>mOOcSP</b>	1 326	0	1 326
<b>mOOcIO</b>	1 260	0	1 260
<b>mOOcIP</b>	1 086	0	1 086
<b>mLAO</b>	1 422	24	1 446
<b>mLLS</b>	1 530	24	1 554
<b>mZM</b>	1 416	0	1 416
<b>mOOrSP</b>	726	24	750
<b>mOOrSM</b>	732	24	756
<b>mOOrIP</b>	720	24	744
<b>mOOrIM</b>	732	24	756
<b>mDAO</b>	1 350	30	1 380
<b>mDLI</b>	822	12	834
<b>mM</b>	1 464	0	1 464
<b>aST</b>	0	1806	1 808
<b>aSO</b>	0	1334	1 344
<b>aIO</b>	0	1866	1 870
<b>aA</b>	12	1728	1 740
<b>aF</b>	0	2212	2 212
<b>aLS</b>	210	1860	2 070
<b>aLI</b>	78	1910	1 989
	<b>SUMA</b>		<b>33 601</b>

Na 2304 obrazach Dopplera spektralnego wykonywane były obrysy widm przepływu krwi oraz zapisywane otrzymane wartości parametrów przepływu krwi. Do analizy statycznej nie zostały włączone widma, uzyskane przy złym ustawieniu bramki pomiarowej oraz te z artefaktami. W Tabeli Nr5 zestawiono podsumowanie liczby obrysowanych cykli dla wszystkich tętnic.

*Tabela 5. Podsumowanie liczby obrysowanych cykli dla wszystkich tętnic.*

	<b>Liczba obrysowanych cykli [a.u.]</b>
<b>aST</b>	1 693
<b>aSO</b>	1 427
<b>aIO</b>	1 870
<b>aA</b>	1 558
<b>aF</b>	2 074
<b>aLS</b>	1 563
<b>aLI</b>	1 737
<b>SUMA</b>	<b>11 943</b>

### 3.4. Metody analizy statystycznej

#### 3.4.1. Badania eksploracyjne

W celu przeprowadzenia analizy statystycznej wartości pomiarów 76 parametrów USG (po 2 parametry dla 17 obszarów mięśni oraz po 6 parametrów dla 7 tętnic) zostały uśrednione, tak aby twarz każdej ze 127 badanych osób opisywana była za pomocą 152 wartości, 76 dla strony prawej i 76 dla strony lewej. Pierwszym krokiem analizy statystycznej były badania eksploracyjne (EDA, ang. exploratory data analysis) [111], obejmujące również wstępną analizę danych (IDA, ang. initial data analysis) [112]. Wśród celów badań eksploracyjnych można wyróżnić:

- sugerowanie hipotez dotyczących przyczyn obserwowanych zjawisk;
- wstępną ocenę założeń, na których oparte będzie wnioskowanie statystyczne;
- sprawdzenie występowania błędów w danych;
- obsługę brakujących wartości w zbiorze danych;
- dokonywanie transformacji zmiennych w razie potrzeby;
- wspieranie wyboru odpowiednich narzędzi i technik statystycznych [113].

Realizacja celów została podzielona na dwie części: (1) analizę i uzupełnienie brakujących wartości oraz (2) wstępne zbadanie charakterystyki danych wraz z wyznaczeniem podstawowych statystyk opisowych.

##### 3.4.1.1. Przygotowanie danych – uzupełnienie brakujących wartości

Podczas analizy opracowanego zbioru danych zidentyfikowane zostały brakujące dane. Problem ten może mieć znaczący wpływ na wnioski, które można wyciągnąć z danych [114]. Po pierwsze, brak danych zmniejsza moc statystyczną (odnoszącą się do prawdopodobieństwa uniknięcia błędu drugiego rodzaju, czyli przyjęcia hipotezy zerowej, gdy jest ona fałszywa). Po drugie, utracone dane mogą powodować błąd w szacowaniu parametrów. Po trzecie, może to zmniejszyć reprezentatywność próby. Każde z tych zniekształceń może zagrozić wiarygodności analizy i może prowadzić do nieprawidłowych wniosków [115, 116].

Z uwagi na możliwe konsekwencje występowania brakujących wartości opublikowane zostały prace koncentrujące się na obsłudze brakujących danych oraz metodach ich unikania lub minimalizowania w badaniach medycznych [117, 118]. Metody obsługi brakujących wartości

zależne są od przyczyny ich wystąpienia, w oparciu o przyczyny brakujące wartości można pogrupować według mechanizmów generującym braki danych [116]. Wyróżnia się trzy typy tych mechanizmów:

- mechanizm całkowicie losowy (MCAR, ang. Missing Completely At Random) – brakujące dane są spowodowane np. awarią sprzętu z przyczyn technicznych czy błędem w trakcie przesyłania danych;
- mechanizm losowy (MAR, ang. Missing At Random) - występowanie zjawiska braków danych jest zależne od zmiennych obserwowalnych, np. kobiety mogą unikać odpowiedzi na pytanie o wagę, mechanizm braku odpowiedzi opiera się na płci, innej zmiennej;
- mechanizm nielosowy (MNAR, ang. Missing Not At Random) – jeśli przyczyny braku danych nie spełniają kryteriów MCAR lub MAR, wówczas należą one do kategorii braków nielosowych [116, 119].

W opracowanym zbiorze danych pojawiły się dwa typy brakujących danych i zastosowano dla nich następujące rozwiązania:

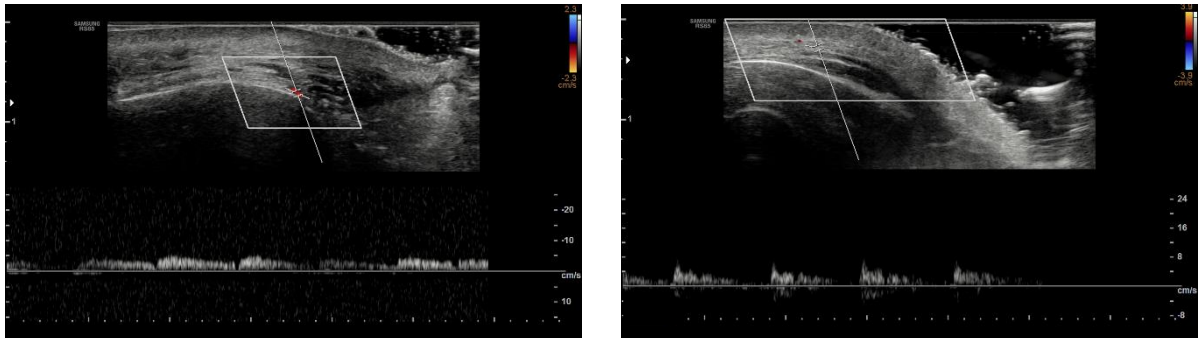
- 1) brakujące wartości wynikające z przerwania badania (mechanizm generujący to MAR – mężczyźni przerywający badanie). Dla tego mechanizmu, jednym z proponowanych rozwiązań jest usuwanie brakujących obserwacji [116, 119]). Przypadki, dla których występował brak wartości parametru koniecznego do przeprowadzenia danej analizy były z niej wykluczane. Na przykład, gdy badanie zostało przerwane na żądanie osoby badanej i w związku z tym zapisano dane jedynie dla strony prawej, taki przypadek wyłączany był z analizy porównawczej strony prawej i lewej.
- 2) brakujące wartości wynikające z braku możliwości pomiarowych (mechanizm generujący to MNAR, u niektórych osób z uwagi na bardzo małą średnicę tętnicy nie było możliwości otrzymania obrazu odpowiedniego do przeprowadzenia pomiarów. Brakujące dane tej kategorii są przedmiotem zainteresowania i ich wykluczenie mogłoby prowadzić do nieprawidłowych wniosków. W takim przypadku rozwiązaniem jest uzupełnienie brakujących wartości wartościami losowymi [116, 119]). Przypadki, dla których nie było możliwości otrzymania i zapisu obrazu odpowiedniej jakości dotyczyły jedynie tętnic i wyróżnione zostały dwie trudności pomiarowe:
  - trudność pomiaru średnicy tętnicy – zdolność rozdzielcza ultrasonografu nie pozwalała na pomiar średnicy, zostały one uzupełnione wartościami

wylosowanymi z rozkładu normalnego o wartości średniej równej rozmiarowi piksela odczytanemu z pliku DICOM (atrybut *Physical Delta X/Y*) i o odchyleniu standardowemu równemu 10% wartości średniej. Odległość od naskórka została zmierzona z wykorzystaniem znacznika używanego w Dopplerze spektralnym.

- trudność pomiaru parametrów przepływu – podobnie jak dla pomiaru średnicy, parametry przepływu (tj. PSV, EDV i wartość średniej prędkości) zostały wylosowane z rozkładu normalnego o zadanej wartości średniej i odchyleniu standardowemu równemu 10%. Wartości średnie zostały dobrane na podstawie zdolności pomiarowych ultrasonografu i były to odpowiednio 4,5 cm/s, 0,1cm/s i 1,5 cm/s dla PSV, EDV i średniej prędkości. Na podstawie uzupełnionych wartości wyliczone zostały indeksy RI oraz PI.

Przykładowe obrazy dla tych dwóch trudności zostały przedstawione na Rycinie Nr7, po lewej stronie umieszczono uzyskany obraz dla tętnicy aSO, natomiast po prawej dla tętnicy aST. W przypadku tętnicy aSO zastosowanie obrazowania Dopplerem pozwoliło na odpowiednie uwidocznienie tętnicy i pomiar jej średnicy, natomiast otrzymane widmo przepływu krwi nie było typowe wysokooporowe i parametry przepływu zostały zastąpione wartościami losowymi (było to 4,21cm/s, 0,12cm/s i 1,45cm/s odpowiednio dla PSV, EDV i średniej prędkości). Dla tętnicy aST wystąpiły obie te trudności pomiarowe, tętnica została zlokalizowana, ale nie otrzymano odpowiedniego obrazu do pomiarów zarówno średnicy, jak i parametrów przepływu, wartości te zostały zastąpione losowymi i wynosiły 0,005mm, 4,65cm/s, 0cm/s, 1,36cm/s odpowiednio dla średnicy, PSV, EDV i średniej prędkości; odległość od naskórka tętnicy aST została zmierzona z wykorzystaniem znacznika. W Tabeli Nr6 zestawione zostały liczebności brakujących danych zastąpionych wartościami losowymi dla poszczególnych tętnic.





Rycina 7. Przykładowe obrazy tętnic aSO (po lewej) i aST (po prawej), dla których mierzone parametry zostały uzupełnione wartościami losowymi. Dla aSO uzupełniono parametry przepływu (PSV, EDV i wartość średniej prędkości), natomiast dla aST były to parametry przepływu i średnica tętnicy.

Tabela 6. Zestawienie liczebności przypadków, dla których brakujące dane zastąpiono wartościami losowymi uporządkowane według typu trudności pomiarowej dla każdej z badanych tętnic.

	Badane tętnice						
	aST	aSO	aIO	aA	aF	aLS	aLI
<b>Liczba przypadków, dla których średnicę tętnicy uzupełniono wartością losową</b>	2	10	4	-	-	-	1
<b>Liczba przypadków, dla których parametry przepływu krwi uzupełniono wartościami losowymi</b>	2	14	4	-	-	-	1

#### 3.4.1.2. Badanie charakterystyki danych

Przygotowany zbiór danych, uzupełniony o brakujące wartości, został również sprawdzony pod względem poprawności i spójności danych (np. czy wszystkim pomiarom zostały przypisane nazwy odpowiednich struktur czy strona twarzy, która była obrazowana). Do tego celu wykorzystane zostały histogramy i wykresy ramka-wąsy. Wszystkie przypadki odstające zostały ponownie zweryfikowane. Ostatnim krokiem zbadania charakterystyki danych było przeprowadzenie testów wzajemnej korelacji zmiennych objaśniających/niezależnych (wieku, wzrostu i wagi), tak aby silnie skorelowane zmienne objaśniające nie wpłynęły negatywnie na wariację w wyznaczanych modelach wieloczynnikowych [120]. W przypadku silnej korelacji zmiennych objaśniających, zostały one połączone w jedną nową zmienną objaśniającą [121] (silną korelację otrzymano dla wzrostu i wagi, zmienne te zostały połączone w nową zmienną BMI).

Dla przygotowanego, uzupełnionego i sprawdzonego zbioru danych wyznaczone zostały podstawowe statystyki opisowe dla każdego badanego parametru USG struktur twarzy. Spośród statystyk opisowych wybrane zostały: liczebność próby, wartość minimalna, wartość maksymalna, średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe [122]. Wybór ten pozwala na porównanie otrzymanych wyników z tymi opublikowanymi w podobnych badaniach [18, 109, 123, 124].

#### 3.4.2. Badania związku pomiędzy zmiennymi ilościowymi (1 czynnik)

W celu zbadania zależności statystycznej pomiędzy zmiennymi zależnymi (parametrami USG – zmienne ilościowe), a zmiennymi niezależnymi (wiek oraz BMI – zmienne ilościowe) wykorzystany został współczynnik korelacji Spearmana [125]. Współczynnik korelacji Spearmana to nieparametryczna statystyka służąca do pomiaru monotonicznej relacji między dwiema zmiennymi. Oznacza to, że wraz ze wzrostem jednej zmiennej, druga zmienna również rośnie bądź maleje. Jednak nie jest wymagane, aby ta zależność była liniowa. Dlatego współczynnik korelacji Spearmana jest bardziej ogólną miarą niż współczynnik korelacji Pearsona, który zakłada liniową zależność. Również w przeciwieństwie do współczynnika korelacji Pearsona, współczynnik Spearmana nie wymaga spełnienia założeń dotyczących normalności rozkładu i nie jest wrażliwy na wartości odstające [125-127]. W badaniu współzależności parametrów USG od wieku czy BMI, istotną zaletą współczynnika korelacji Spearmana jest fakt, że bada monotoniczną tendencję badanych zmiennych, a nie jedynie zależność w postaci funkcji liniowej (pomiędzy zmiennymi mogą występować nieliniowe zależności np. odległość struktury od naskórka może rosnąć wykładniczo wraz ze wzrostem BMI).

Wynik współczynnika korelacji Spearmana jest interpretowany jako miara siły związku między badanymi zmiennymi. Współczynnik korelacji jest bezwymiarowy i zawiera się w przedziale od -1 do +1. Im bliżej wartości -1 lub +1 znajduje się współczynnik, tym silniejsza jest zależność między zmiennymi. Bezwzględna wartość współczynnika korelacji określa siłę współzależności (w przypadku współczynnika korelacji Spearmana współzależności monotonicznej), zaś znak współczynnika korelacji wyraża kierunek współzależności. Ujemna wartość współczynnika korelacji świadczy o tym, że współzależność rozpatrywanych zmiennych ma charakter negatywny, co oznacza, że wzrastanie wartości jednej zmiennej powoduje zmniejszanie się wartości drugiej zmiennej. Dodatnia wartość współczynnika korelacji oznacza, że współzależność rozpatrywanych

zmiennych ma charakter pozytywny – wzrostowi jednej zmiennej towarzyszy wzrost drugiej zmiennej [125-127].

Dodatkowo do wartości współczynnika korelacji Spearmana, została wyznaczona ich istotność statystyczna (dla hipotezy zerowej: wartość współczynnika korelacji Spearmana jest równa zero). Pozwoli to określić wiarygodność otrzymanych wyników współczynnika korelacji, na podstawie interpretacji czy są one istotne statystycznie [128-130].

### 3.4.3. Badania porównawcze obu grup (1 czynnik)

#### 3.4.3.1. Badania porównawcze grupy kobiet i mężczyzn

W celu porównania wartości parametrów USG występujących w grupie kobiet i mężczyzn należy użyć testów dla prób niezależnych. Parametrycznym testem (opierającym się na obliczaniu wartości średniej i odchylenia standardowego) dla prób niezależnych jest test t Studenta, wyróżnia się dla niego następujące założenia [131]:

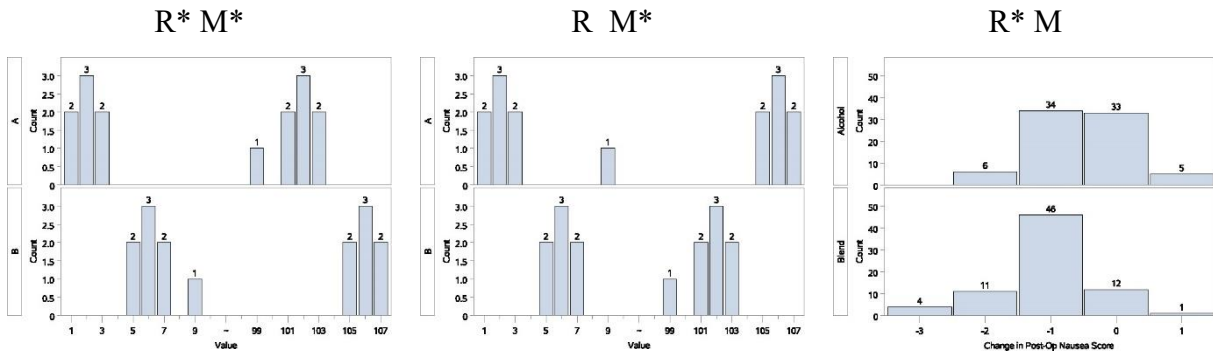
- rozkład wartości zmiennej zależnej (każdego z parametrów USG) w każdej z analizowanych grup jest zbliżony do rozkładu normalnego – do sprawdzenia założenia użyto testu Shapiro-Wilka [132];
- równoliczność grup – do sprawdzenia założenia użyto testu zgodności chi-kwadrat [133];
- homogeniczność wariancji – do sprawdzenia założenia użyto testu Levene'a [134].

Założenia zostały sprawdzone dla wszystkich badanych parametrów USG twarzy. Dla żadnego z parametrów wymagane założenia nie zostały spełnione, co uniemożliwia wykorzystanie testów parametrycznych. Z tego powodu, do porównania wyników w grupie kobiet i mężczyzn użyte zostały testy nieparametryczne dla prób niezależnych:

- test median – porównywana jest mediana w obu grupach. Testowana jest hipoteza zerowa, że obie próbki pochodzą z populacji o takiej samej wartości mediany [135];
- test U Manna-Whitney'a – porównywany jest rozkład w grupach na podstawie rang. Testowana jest hipoteza zerowa, że obie próbki pochodzą z tej samej populacji [136].

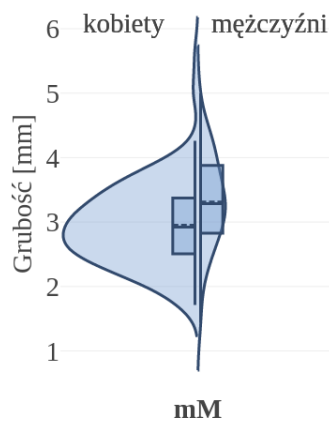
Należy zauważyć, że test median uwzględnia pozycję każdej obserwacji względem ogólnej mediany, podczas gdy test U Manna-Whitney'a uwzględnia rangi każdej obserwacji (hipoteza zerowa weryfikowana przez test U Manna-Whitney'a nie dotyczy median). Test U Manna-Whitney'a jest wrażliwy także na różnice w kształcie rozkładów czy skali. W konsekwencji, jeśli test U Manna-Whitney'a odrzuca hipotezę zerową, nie można jednoznacznie stwierdzić,

że odrzucenie było spowodowane różnymi wartościami median. Zostało to udowodnione za pomocą symulacji, w których próbki o równych medianach, ale różnych kształtach prowadzą do odmiennych wyników testu U Manna-Whitney'a [137]. Na Rycinie Nr8 zostały przedstawione 3 przykłady różnych rozkładów próbek o podobnych/różnych medianach i podobnych/różnych rozkładach.



Rycina 8. Przykładowe rozkłady: próbek różniących się rozkładami i medianami (po lewej), próbek o podobnych rozkładach (według testu U Manna-Whitney'a) i różnych medianach (na środku), próbek o różnych rozkładach i równych medianach (po prawej). Oznaczenie „R” dotyczy rang/rozkładów (wyników testu U Manna-Whitney'a), natomiast „M” – testu median. Za pomocą symbolu asterisk (\*) oznaczono różnice istotne statystycznie [25].

Dodatkowo do testów median i U Manna-Whitney'a wyznaczono wartości median w obu grupach oraz przygotowano wykresy skrzypcowe rozkładów wartości parametrów USG w grupie kobiet i mężczyzn. Przykładowy wykres został przedstawiony na Rycinie Nr9.



Rycina 9. Przykładowy wykres skrzypcowy (wraz z wykresem ramka-wąsy) dla grubości mięśnia bródkowego dla grupy kobiet i mężczyzn.

Do wykresu skrzypcowego dodany został wykresy ramka-wąsy uwzględniający:

- oznaczone linią ciągłą:
  - tzw. ramka/pudełko: 25., 50. (mediana) i 75. percentyl
  - tzw. wąsy: pionowe odcinki rozciągające się do najbardziej skrajnych punktów danych, które nie są uważane za wartości odstające.
- oznaczona linią przerywaną - wartość średnia [138].

#### 3.4.3.2. Badania porównawcze strony prawej i lewej

W celu porównania wartości parametrów USG dla prawej i lewej strony twarzy należy użyć metod analizy dla prób sparowanych. Próby sparowane/zależne to próby, w których każdy punkt danych w jednej próbce jest jednoznacznie dopasowany do punktu danych w drugiej próbce [139]. Przykładem prób zależnych może być właśnie dwukrotny pomiar tej samej zmiennej (np. grubości mięśnia) po stronie prawej i lewej, gdzie te pomiary w naturalny sposób są sparowane. Natomiast dwukrotny pomiar tej samej grupy osób oznacza, że część zmienności wewnątrzgrupowej w obydwu próbach może zostać przypisana początkowej indywidualnej różnicy pomiędzy osobami (zmienności międzysobniczej) [140]. Aby wyeliminować tę zmienność można analizować różnice pomiędzy odpowiadającymi pomiarami, zamiast analizować oddzielnie każdy z pomiarów. Dzięki analizie różnic może zostać wyeliminowana zmienność międzysobnicza i zbadana może zostać zmienność wewnątrzsobnicza. Z tego powodu w badaniu porównawczym uwzględnione zostały trzy metody opierające się na analizie względnej strony prawej i lewej: współczynnik korelacji Pearsona, analiza współczynnika asymetrii oraz testy dla prób zależnych (test t Studenta dla prób zależnych i test kolejności par Wilcoxon). Te trzy metody pozwolą na zinterpretowanie wyników poprzez udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:

- czy pomiędzy stronami występuje dodatnia korelacja liniowa?
- czy (i jak duża) asymetria występuje pomiędzy stronami?
- czy któraś ze stron twarzy jest dominująca (w populacji)?

#### I. Współczynnik korelacji Pearsona

Pierwsza część badania porównawczego polegała na wyznaczeniu współczynnika korelacji Pearsona dla wartości parametrów USG strony prawej w zależności od strony lewej. Wybór tego współczynnika był oparty na tym, że w przypadku, gdy

obserwowana jest równość wartości parametrów USG po stronie prawej i lewej (Prawa = Lewa), to jest to zależność opisana funkcją liniową  $X = Y$ . Współczynnik korelacji Pearsona jest miarą zależności liniowej dwóch zmiennych [128]. Interpretacja wartości współczynnika korelacji Pearsona jest analogiczna do przedstawionej dla współczynnika korelacji Spearmana.

Dla struktur symetrycznych pomiędzy stroną prawą a lewą, oczekiwana jest wartość współczynnika korelacji Pearsona świadcząca o silnej współzależności badanych zmiennych. Im współczynnik korelacji Pearsona jest mniejszy od wartości +1, tym obserwowana jest mniejsza symetryczność pomiędzy stronami twarzy. Jednak z uwagi na wrażliwość współczynnika korelacji Pearsona na wartości odstające [128], nie jest to metoda, która wyczerpuje temat badania i pozwala jednoznacznie potwierdzić/zaprzeczyć występowania asymetrii pomiędzy stronami twarzy.

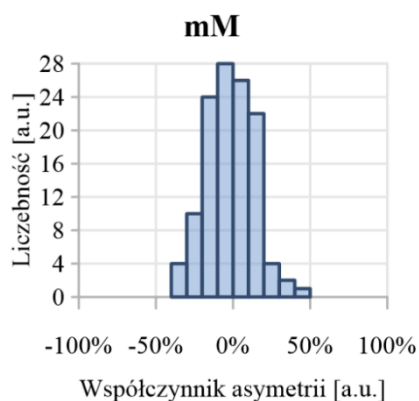
## II. Współczynnik asymetrii (wraz ze statystykami opisowymi)

Drugą część badania stanowi analiza wartości współczynnika asymetrii, który dotychczas wykorzystywany był np. do oceny wielkości i kierunku asymetrii pomiędzy kończynami dolnymi określanymi na podstawie wyników testów sprawnościowych [141-143]. Dla porównania wartości parametrów USG dla strony prawej i lewej, współczynnik asymetrii został zdefiniowany następująco:

$$\text{Współczynnik asymetrii} = \frac{L - P}{\max(L, P)} * 100\%$$

Gdzie L to wartość parametru USG dla strony lewej; P – dla strony prawej.

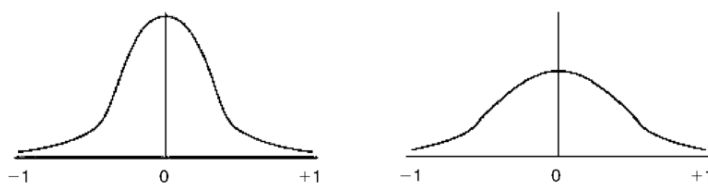
Dla każdego z badanych parametrów USG utworzona została nowa zmienna w postaci współczynnika asymetrii. Tak zdefiniowany współczynnik asymetrii pozwana ocenić stopień wewnątrzsobniczej asymetrii oraz jej kierunek, czyli po której stronie twarzy obserwowana była większa wartość parametru. Dodatnie wartości współczynnika odzwierciedlać będą większe wartości parametru po stronie lewej, natomiast ujemne po stronie prawej. Następnie wyznaczone wartości współczynnika asymetrii zostały przedstawione w postaci histogramów, przykładowy histogram został przedstawiony na Ryc. Nr10.



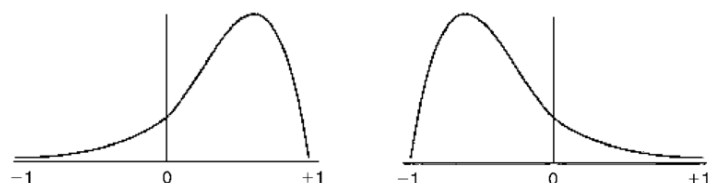
Rycina 10. Przykładowy histogram wartości współczynnika asymetrii dla grubości mięśnia mM

W literaturze wyróżnia się trzy rodzaje asymetrii w zależności od rozkładu różnic między lewą, a prawą stroną w populacji: asymetrię fluktuacyjną, asymetrię kierunkową i antysymetrię (Rycina Nr11) [144, 145].

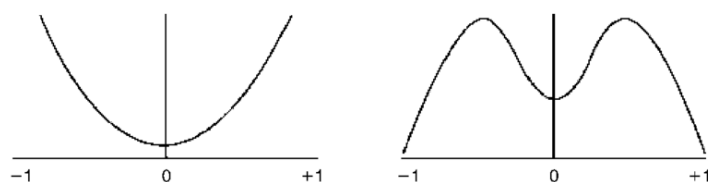
A. asymetria fluktuacyjna



B. asymetria kierunkowa



C. antysymetria



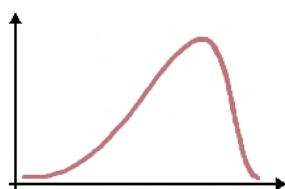
Rycina 11. Wykresy rozkładu obrazujące trzy główne typy asymetrii: asymetrię fluktuacyjną (A), asymetrię kierunkową (B) i antysymetrię (C)[146].

- asymetria fluktuacyjna - oznacza niewielkie różnice między lewą i prawą stroną wynikające z niewielkiego odchylenia cech od docelowego fenotypu [147]. Asymetria fluktuacyjna najczęściej opisywana jest przez rozkład normalny i sugeruje się, że kurtoza może być przydatna do odróżnienia jej od antysymetrii [144]. Na Ryc. Nr11A po prawej stronie widoczny jest rozkład, w którym większa liczba przypadków jest silniej zlateralizowana niż dla rozkładu po lewej stronie. W obu tych przykładach kierunek lateralizacji jest losowy [146].
- asymetria kierunkowa - oznacza konsekwentne rozwijanie się danej cechy w różny sposób po lewej i prawej stronie ciała [147]. W przypadku występowania asymetrii kierunkowej można ocenić dominujący kierunek lateralizacji w populacji, na Ryc. Nr11B na obu rozkładach większość przypadków jest zlateralizowana w tym samym kierunku, powodując odchylenie populacji w prawo lub w lewo [146].
- antysymetria - oznacza, że większość osób jest wyraźnie asymetryczna, ale różnią się one kierunkami asymetrii (występuje w przybliżeniu równa liczba osób „lewostronnych” i „prawostronnych”) [147]. Na Ryc. Nr11C widoczny jest rozkład (po lewej) świadczący o skrajnej antysymetrii oraz rozkład bimodalny (po prawej) [146, 148].

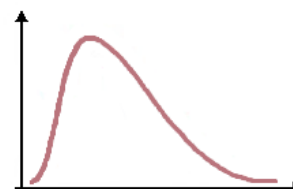
Następnie, w celu ilościowej oceny rozkładów wartości współczynnika asymetrii oraz określenia typu asymetrii wyznaczone zostały statystyki opisowe:

- skośność [126] - jest to miara asymetrii rozkładu. Skośność przyjmuje wartość zero dla rozkładu symetrycznego, wartości ujemne dla rozkładów o lewostronnej asymetrii (lewy ogon jest dłuższy niż prawy) i wartości dodatnie dla rozkładów o prawostronnej asymetrii (prawy ogon rozkładu jest dłuższy niż lewy) – Ryc. Nr12.

Rozkład asymetryczny lewostronny  
Skośność  $< 0$



Rozkład asymetryczny prawostronny  
Skośność  $> 0$

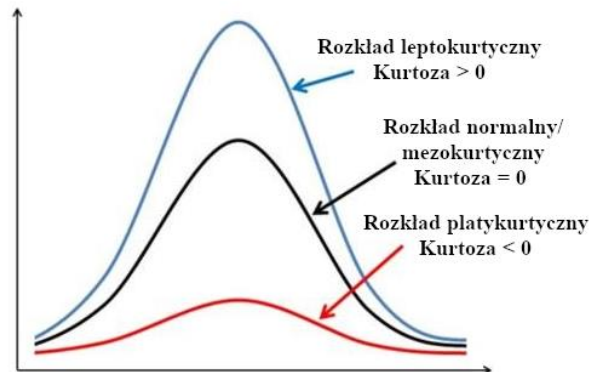


Rycina 12. Typy rozkładów ze względu na wartość skośności [149]

- kurtoza [150] - jest to miara kształtu rozkładu, na którą ma wpływ częstość występowania wartości odstających. Dla rozkładu normalnego kurtoza jest równa



0, rozkład o kurtozie zbliżonej do 0 nazywany jest mezokurtycznym. Wyróżniamy również rozkład platykurtyczny (kurtoza  $<0$ ) oraz rozkład leptokurtyczny (kurtoza  $>0$ ) (Ryc. Nr13).



Rycina 13. Typy rozkładów ze względu na wartość kurtozy [149].

- mediana [126] - jest to 50. percentyl. Wybrano medianę zamiast wartości średniej z uwagi na to, że rozkłady wartości współczynnika asymetrii dla niektórych parametrów USG były dalekie od rozkładu normalnego.
- odchylenie ćwiartkowe [126] - jest to połowa rozstępu ćwiartkowego (czyli odległości pomiędzy 25. a 75. percentylem), więc odchylenie ćwiartkowe określa zmienność jedynie połowy wyników (nie uwzględnia wartości odstających). Im większa szerokość rozstępu ćwiartkowego (a więc i odchylenia ćwiartkowego), tym większe zróżnicowanie zmiennej. Wybór nieparametrycznego odpowiednika odchylenia standardowego wynikał, analogicznie do mediany, z obserwacji, że rozkłady wartości współczynnika asymetrii dla niektórych parametrów USG były dalekie od rozkładu normalnego.

### III. Testy dla prób zależnych

Trzecią część badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy stanowią testy dla prób zależnych. Hipotezą zerową weryfikowaną w testach dla prób zależnych jest brak różnicy pomiędzy próbami ocenianymi na podstawie średniej w teście t Studenta, czy na podstawie rang w teście kolejności par Wilcoxon. Parametryczny test t Studenta dla prób zależnych wykonywany był przy spełnieniu założenia o normalności rozkładu różnicy obu prób, natomiast w przypadku niespełnienia tego założenia wykonywany był jego nieparametryczny odpowiednik - test kolejności par Wilcoxon [139].

Do sprawdzenia założenia o normalności rozkładu różnicy obu prób użyto testu Shapiro-Wilka [132].

Otrzymane wyniki dla testów dla prób zależnych w odniesieniu do współczynnika asymetrii mogą być interpretowane jako weryfikacja czy istnieje istotny statystycznie dominujący kierunek lateralizacji w populacji. Interpretacja ta wynika z faktu, że w przypadku losowego kierunku lateralizacji (w przybliżeniu równy podział na dominację strony prawej i lewej) hipoteza zerowa nie będzie mogła zostać odrzucona. Hipoteza zerowa zostanie odrzucona, gdy któraś ze stron twarzy będzie stroną dominującą w populacji.

#### 3.4.4. Badania wieloczynnikowe (ogólne modele regresji)

W celu zbadania wpływu wszystkich rozważanych czynników (wieku, płci, BMI i strony twarzy) na parametry USG twarzy przeprowadzone zostało badanie wieloczynnikowe poprzez dopasowywanie do każdego parametru ogólnego modelu regresji. Ogólny model regresji pozwala zapisać parametry USG w postaci liniowej kombinacji zmiennych objaśniających. Na podstawie otrzymanego równania regresji można wyciągnąć następujące wnioski: pomiędzy którymi zmiennymi objaśniającymi, a danym parametrem USG istnieje statystycznie istotny związek oraz jaki jest wpływ zmiennych objaśniających na dany parametr USG (czyli biorąc pod uwagę określone wartości zmiennych objaśniających, jakiej wartości parametru USG należy się spodziewać) [151-153].

Ogólny model regresji został dopasowany za pomocą algorytmu eliminacji wstecz. Procedura rozpoczyna się od dopasowania modelu ze wszystkimi zmiennymi objaśniającymi. Zmienna nieistotna statystycznie (kryterium usuwania  $p > 0.05$ ), która najmniej przyczynia się do dopasowania modelu jest z niego usuwana i dopasowywany jest nowy model. Proces ten jest powtarzany do momentu, gdy w równaniu nie występują już inne zmienne spełniające kryteria usunięcia [154].

W celu uwzględnienia zmiennych nominalnych (płeć i strona twarzy) w dopasowywanym modelu wykorzystane zostało kodowanie z sigma-ograniczeniami [155]. W tym kodowaniu każdemu przypadkowi przypisywana jest wartość zmiennej objaśniającej równa 1 lub -1 (dla płci grupa mężczyzn jest kodowana jako 1, a dla grupa kobiet jako -1; natomiast w przypadku stron twarzy dla lewej jest to 1, a dla prawej -1). Dzięki takiemu kodowaniu:

- gdy wartość współczynnika regresji dla zmiennej jest dodatnia, wówczas grupa zakodowana jako 1 będzie miała wyższą predykowaną wartość parametru USG;

- gdy wartość współczynnika regresji dla zmiennej jest ujemna, wówczas grupa kodowana jako -1 będzie miała wyższą predyktowaną wartość parametru USG (czyli wyższą wartość średniej grupowej).

Po dopasowaniu modelu, a przed wyciągnięciem wniosków dotyczących wynikowego równania regresji, sprawdzone zostały założenia ogólnych modeli regresji [151]. Założenia te dotyczą reszt (czyli różnicy między przewidywaniami modelu a rzeczywistymi danymi) [153]:

- normalność rozkładu reszt – założenie to zostało sprawdzone poprzez ocenę wykresu Q-Q (kwantyl-kwantyl) [156];
- jednorodność wariancji reszt – oceny spełnienia założenia dokonano za pomocą wykresu rozrzutu reszt względem przewidywanych wartości (przy spełnieniu założenia reszty były losowo rozrzucone wokół środkowej linii zera, bez wyraźnego wzorca) [151].

Do oceny dopasowanych modeli wyznaczono statystykę F i odpowiadającą jej istotność statystyczną [153] oraz skorygowany współczynnik  $R^2$  pozwalający na ocenę dobroci dopasowania modelu [157]. Skorygowany współczynnik  $R^2$  jest modyfikacją współczynnika  $R^2$ , która uwzględnia liczbę zmiennych objaśniających w modelu oraz wielkość próby.

W jednoczynnikowych badaniach zależności badanych parametrów od wieku i BMI, wykorzystywany został współczynnik korelacji Spearmana (określający zależność monotoniczną) zamiast współczynnika korelacji Pearsona (określającego zależność liniową) z uwagi na wartości odstające i możliwą zależność nieliniową dla niektórych zmiennych. Dla tych zmiennych dopasowanie ogólnego modelu nie będzie możliwe z powodu braku spełnienia założeń.

#### 3.4.5. Wykorzystane narzędzia

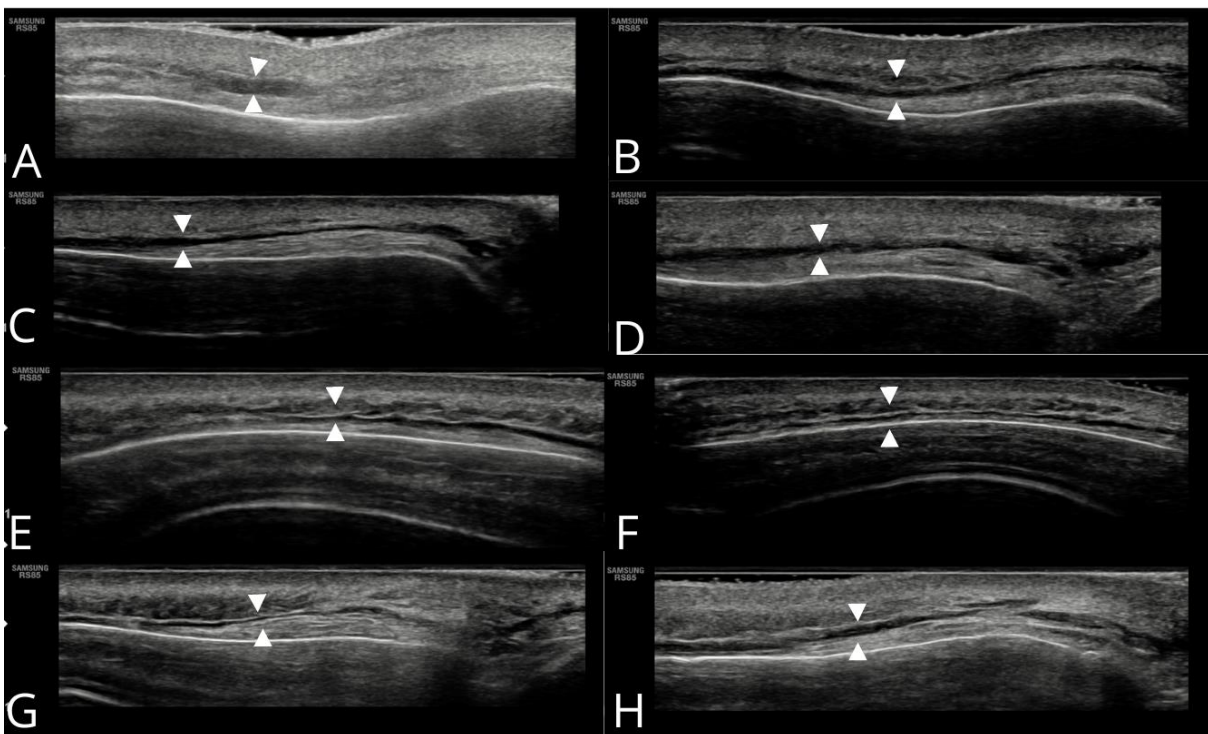
Do przeprowadzenia analizy statystycznej wykorzystane zostały następujące narzędzia:

- program STATISTICA 10 (StatSoft Polska) – wszystkie testy wykonywano dla poziomu istotności 0,05;
- oprogramowanie Plotly Chart Studio [158] – przygotowano wykresy skrzypcowe;
- program Grapher 18 (Golden Software, USA) – wykorzystano do przygotowania wykresów (z wyjątkiem skrzypcowych).

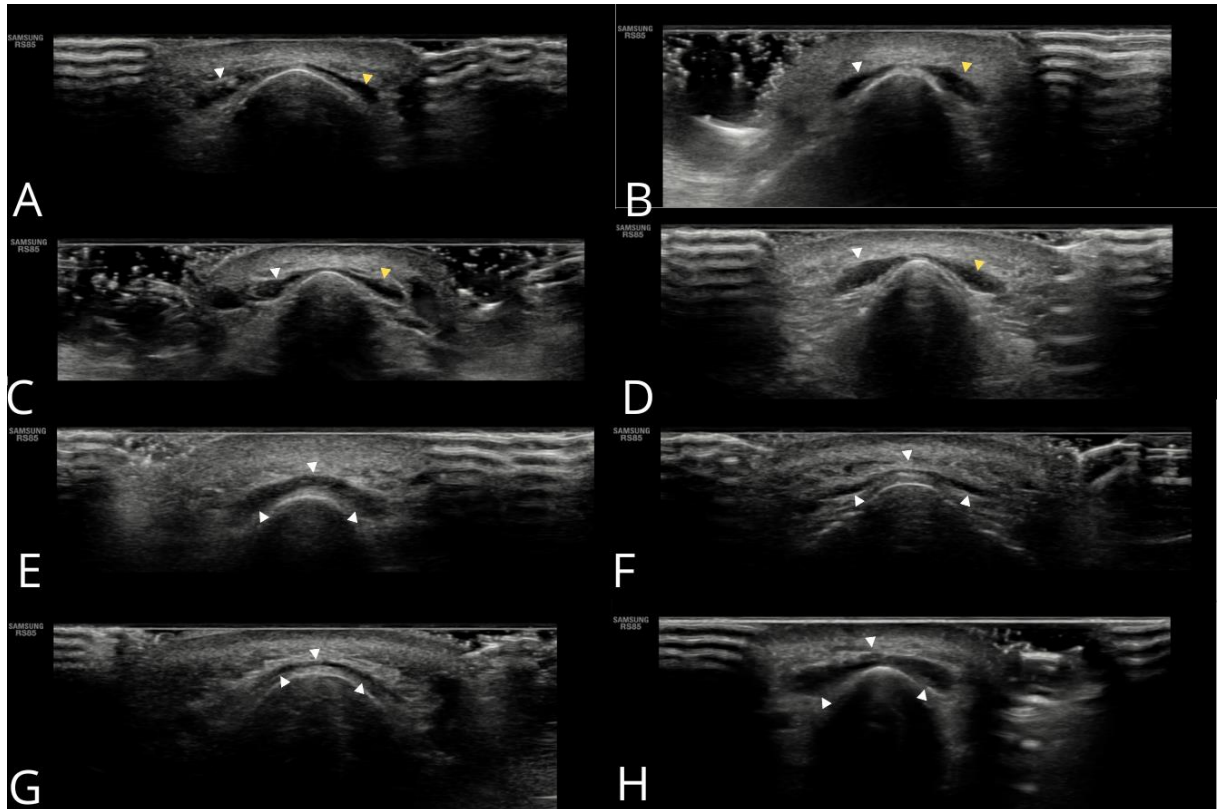
## 4. WYNIKI

### 4.1. Prezentacja anatomii ultrasonograficznej twarzy, wybranych mięśni mimicznych i tętnic

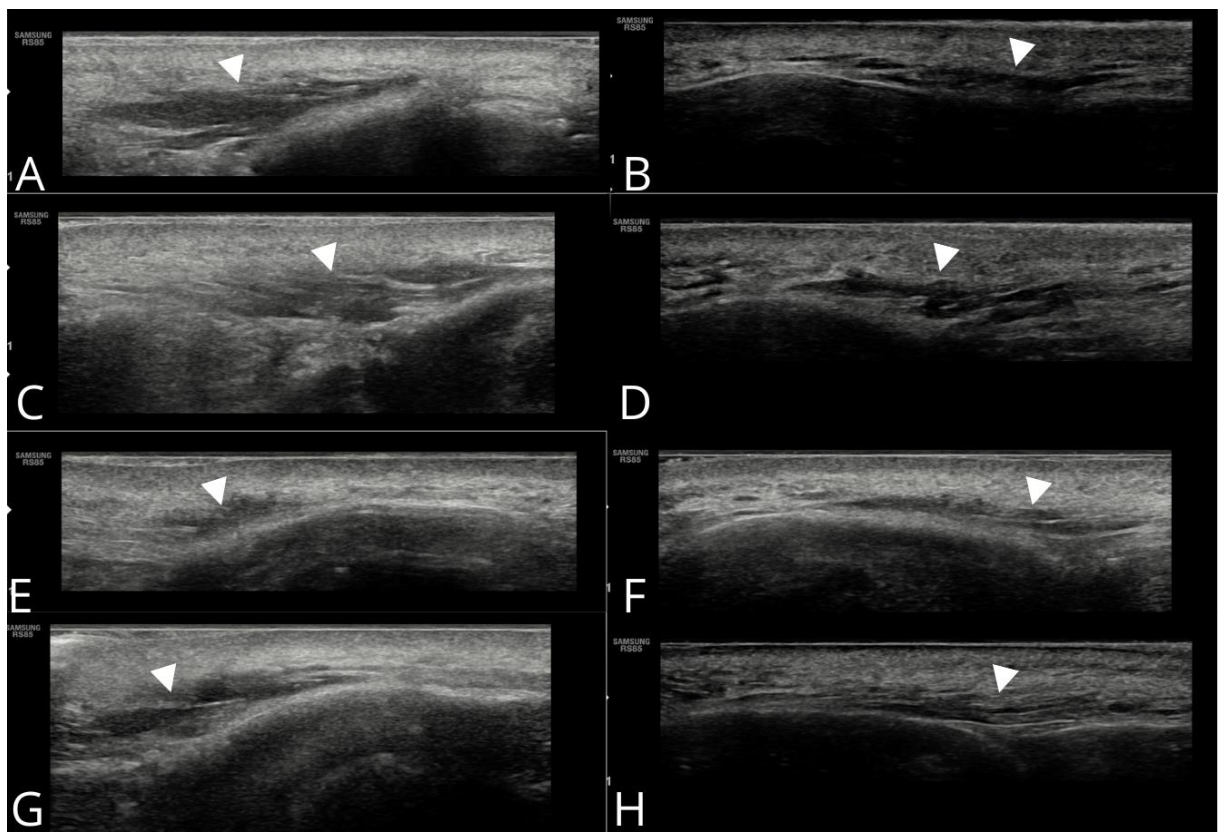
W niniejszym podrozdziale zaprezentowano badane struktury, tym samym wskazując na możliwie różny obraz ultrasonograficzny (Rycina Nr14- Nr29). Obrazy wykonane przy ułożeniu głowicy zgodnie z metodyką pracy. W niektórych przypadkach zaprezentowano przekroje poprzeczne przez tętnice, celem podkreślenia zmienności anatomicznej. Przy zmianie ułożenia o 90° zaznaczono to w opisie pod rycinami.



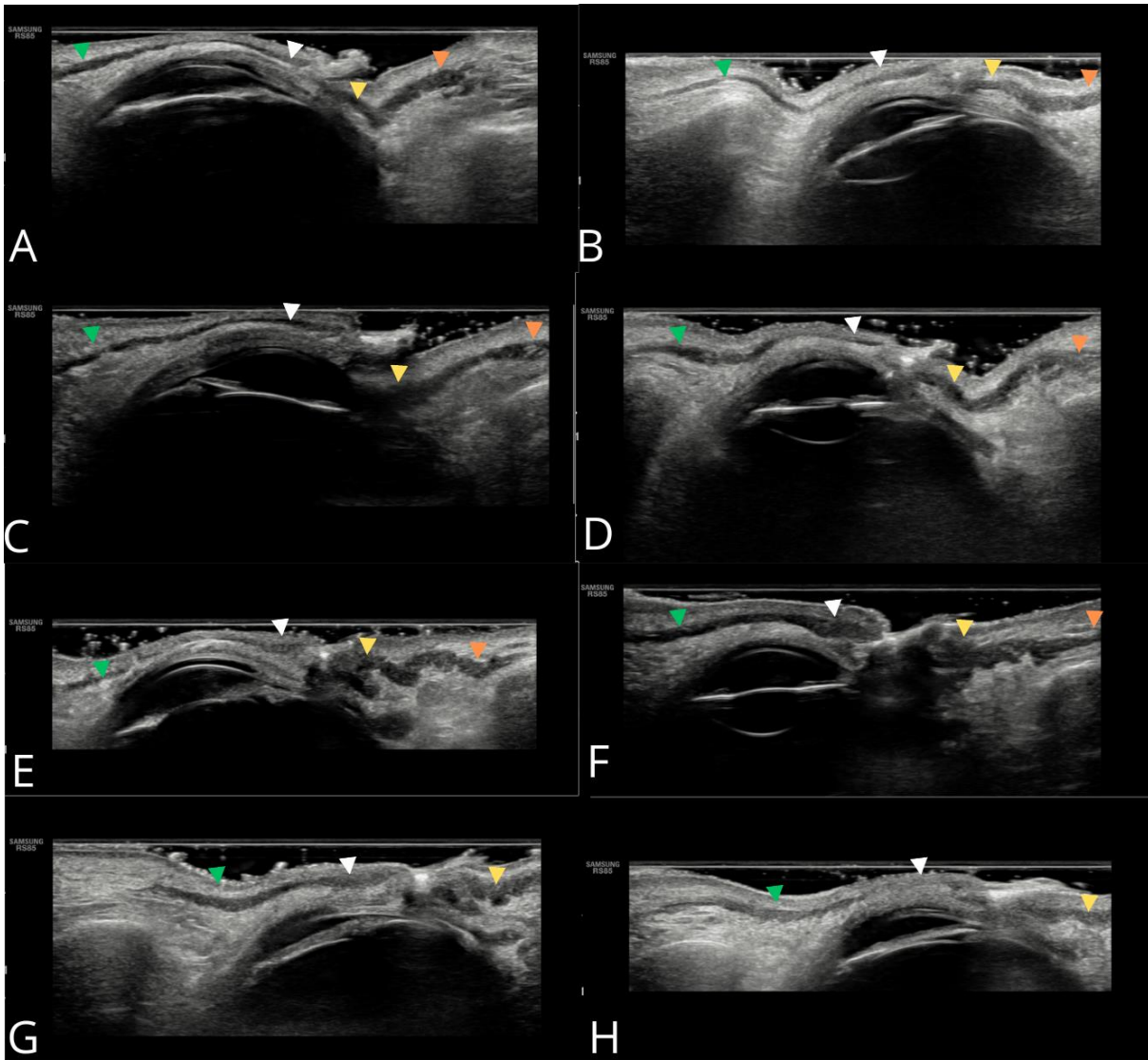
Rycina 14. Brzusiec czołowy mięśnia potyliczno-czołowego.



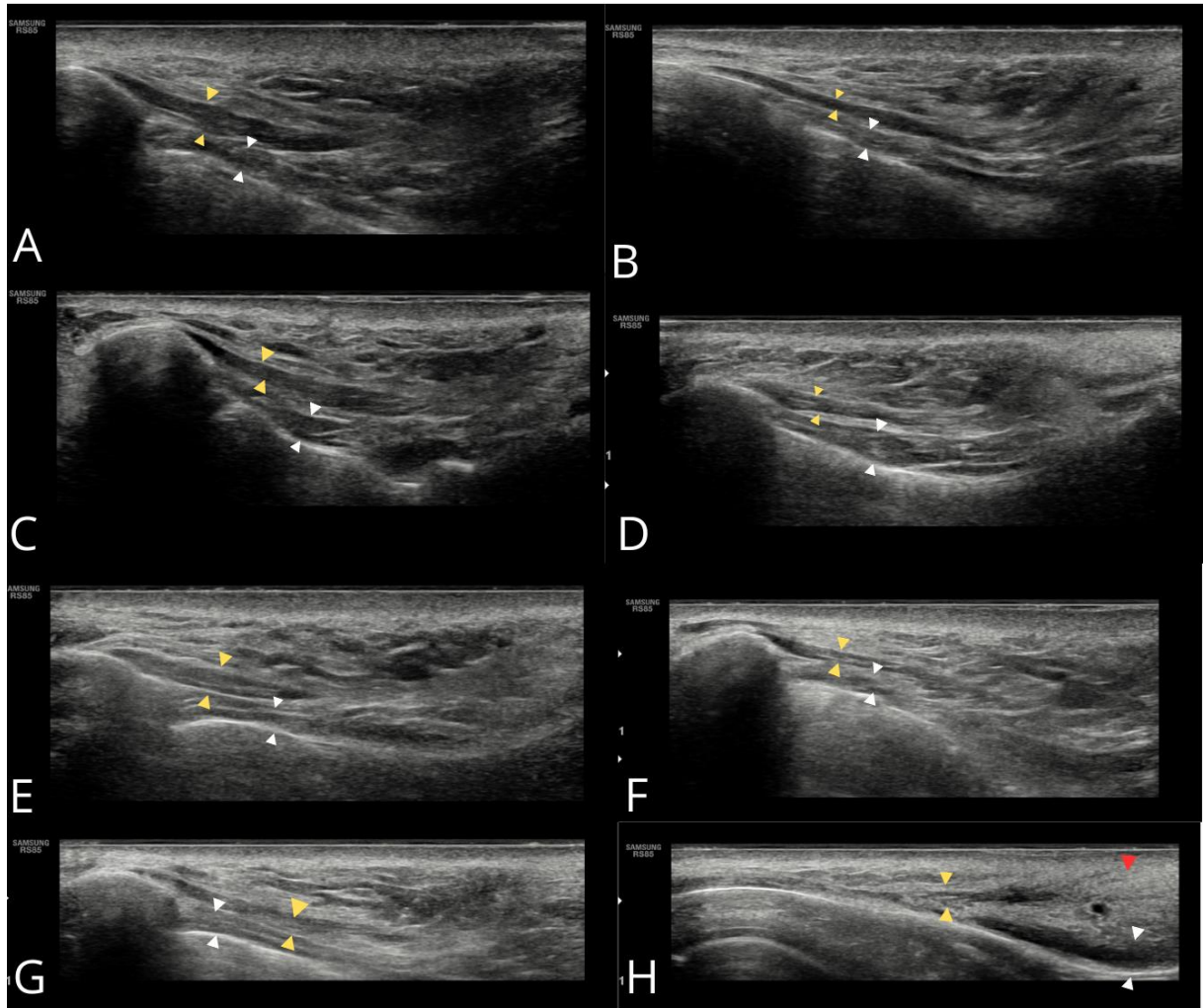
Rycina 15. Mięsień podłużny. A-D widoczny podwójny mięsień, prawy i lewy; E-G widoczny wariant anatomiczny, pojedynczy brzusiec mięśnia.



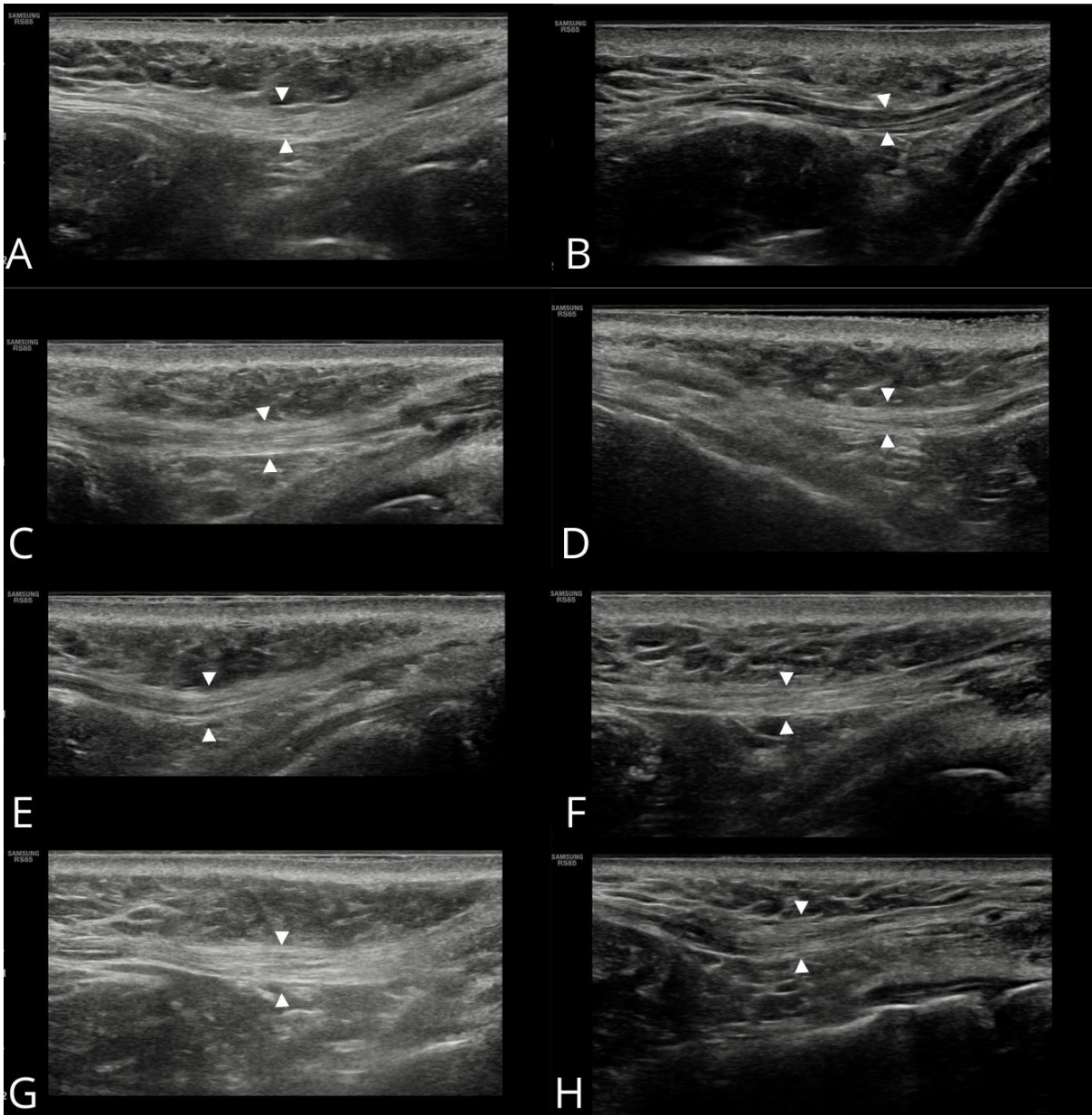
Rycina 16. Mięsień marszczący brwi; A,C,E,G – mięśnie po stronie prawej pacjenta; B,D,F,H – mięśnie po stronie lewej pacjenta.



Rycina 17. Mięsień okrężny oka. mOocSO- zielony grot strzałki; mOocSP- biały grot strzałki; mOocIP- żółty grot strzałki; mOocIO- pomarańczowy grot strzałki. G,H- niewidoczna część mOocIO ze względu na brak widocznego brzegu kostnego oczodołu.

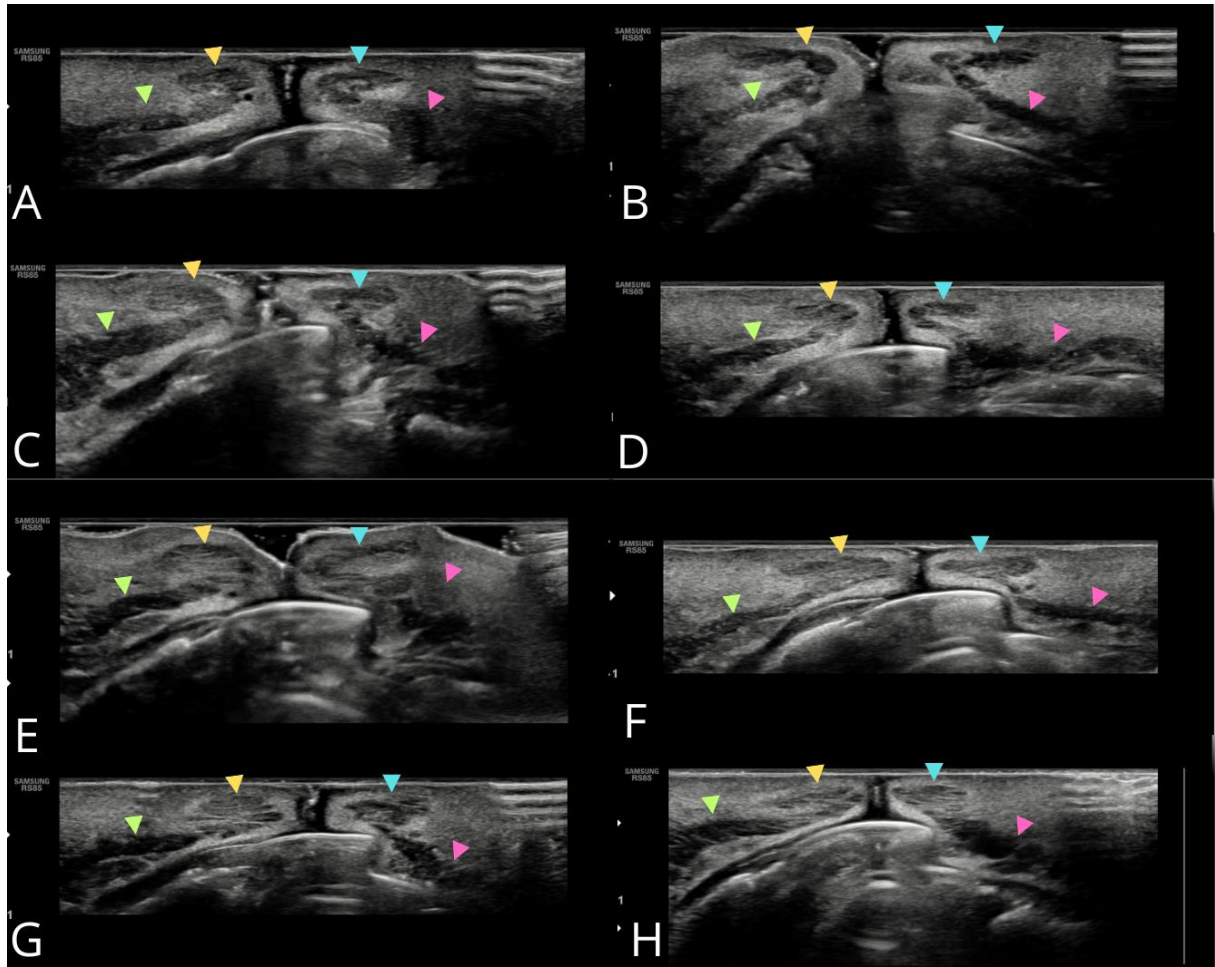


Rycina 18. Mięśnie unoszące wargę górną. M. dźwigacz wargi górnej- pomiędzy żółtymi grotami strzałek; m. dźwigacz kąta ust- pomiędzy białymi grotami strzałek. H- czerwony grot strzałki zwraca uwagę na pierzasto rozchodzące się włókna końcowe m. dźwigacza wargi górnej, zmiernające do skóry bruzdy nosowo-wargowej.

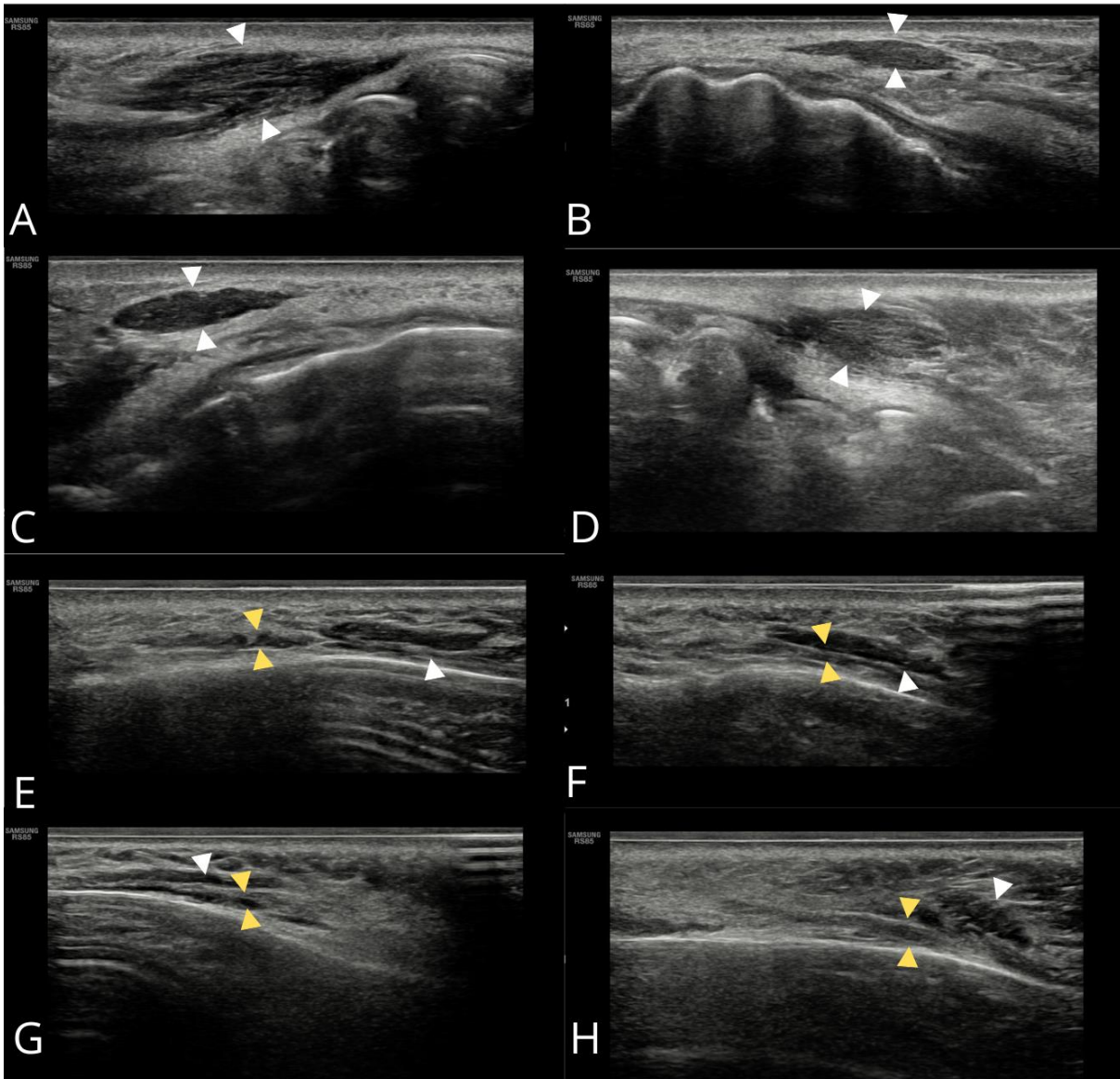


Rycina 19. Mięsień jarzmowy większy.

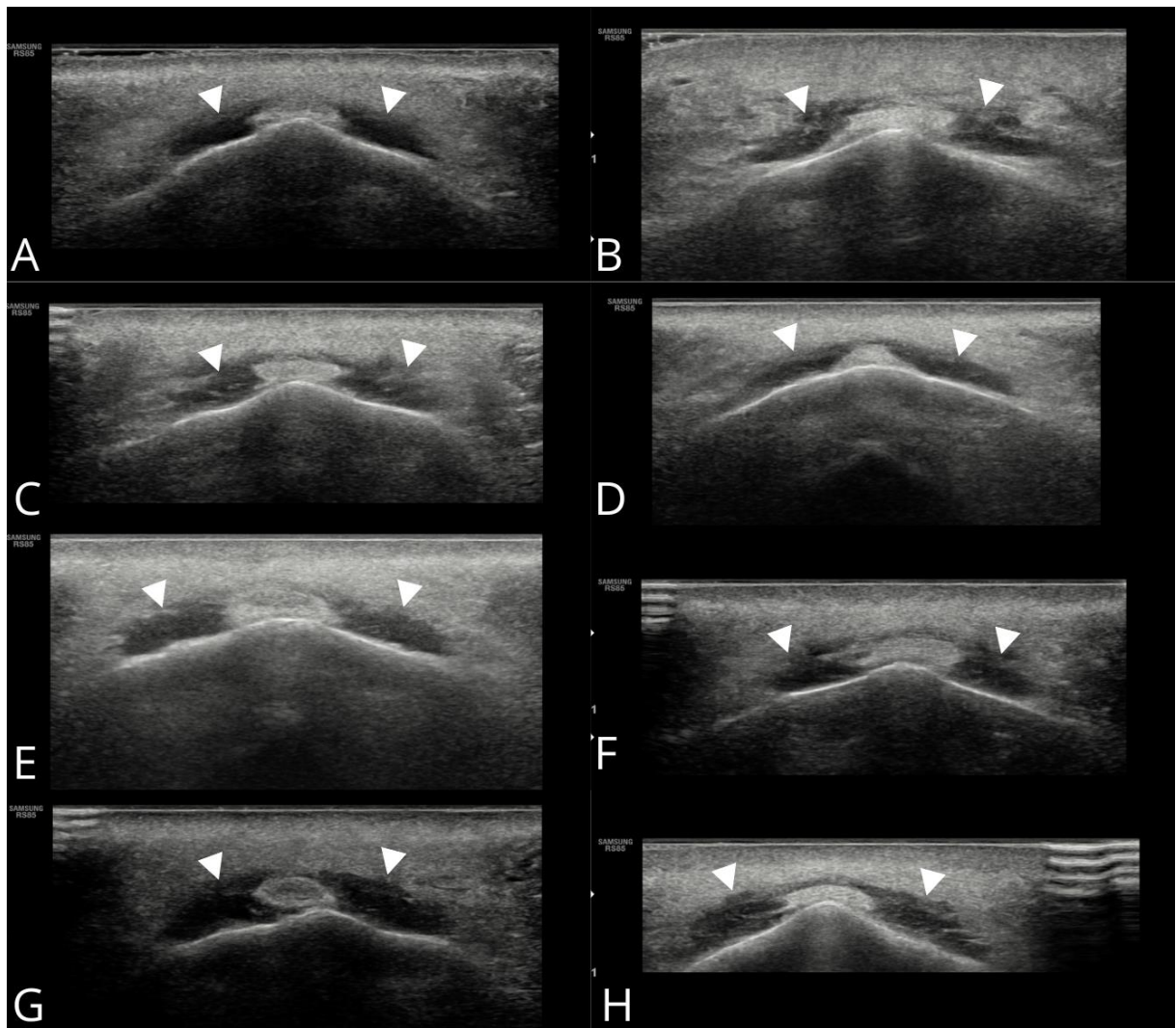




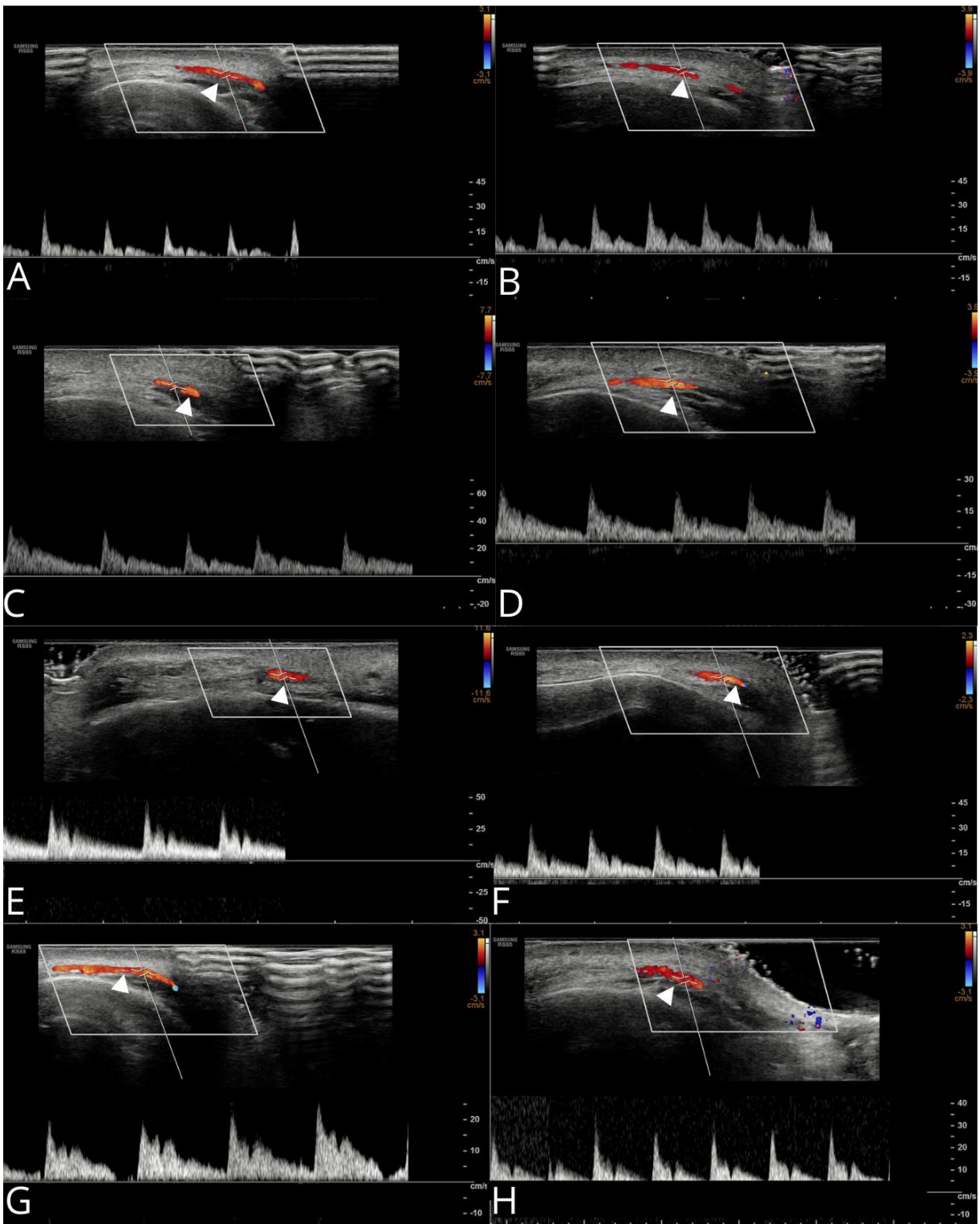
Rycina 20. Mięsień okrężny ust. MOOrSP- zielony grot strzałki; mOOrSM- żółty grot strzałki; mOOrIM- niebieski grot strzałki; mOOrIP- różowy grot strzałki.



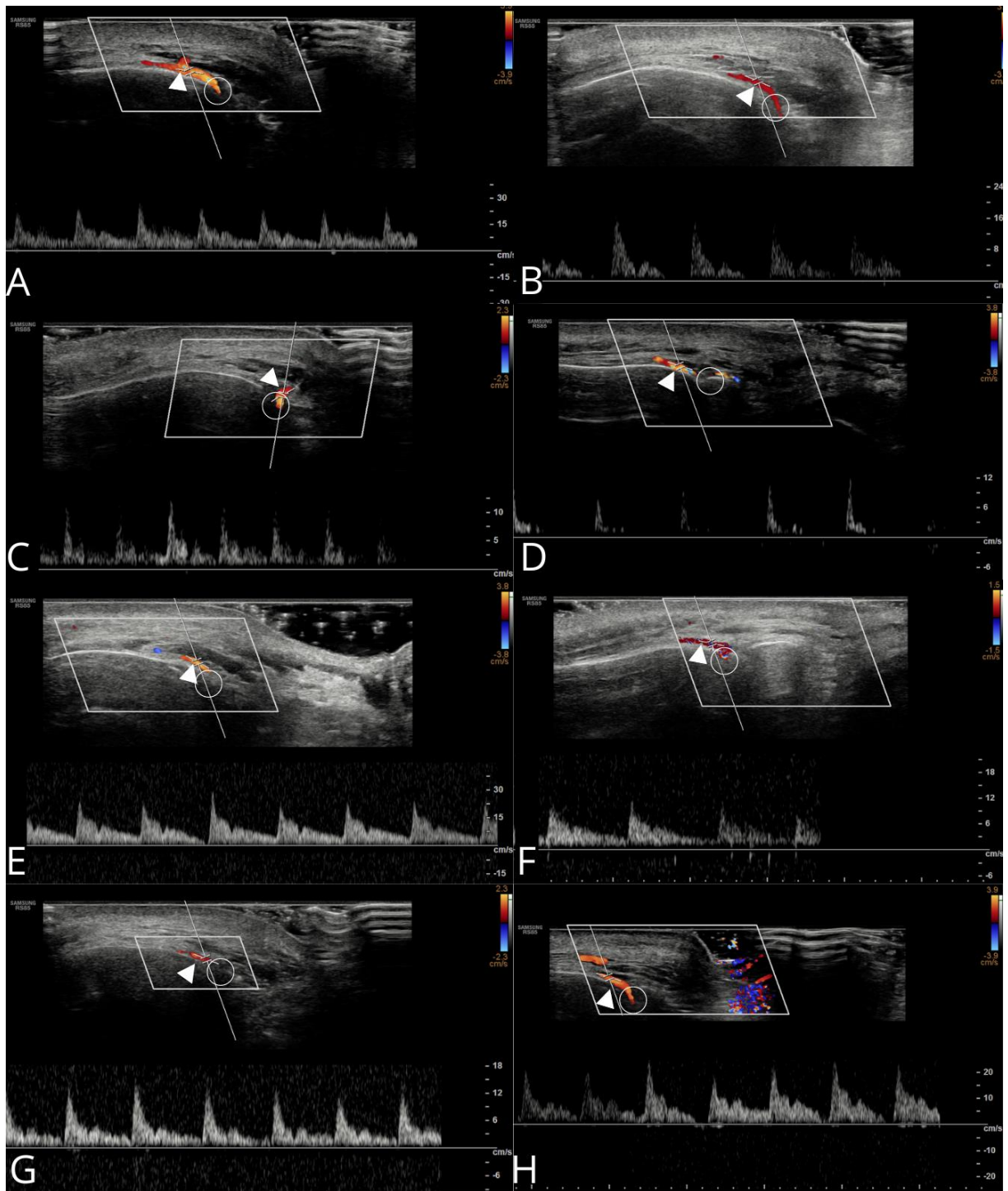
Rycina 21. Mięśnie obniżacze wargi dolnej. M. obniżacz kąta ust- biały grot strzałki; m. obniżacz wargi dolnej- żółty grot strzałki. ; A,C,G – mięśnie po stronie prawej pacjenta; B,D,E,F,H – mięśnie po stronie lewej pacjenta..



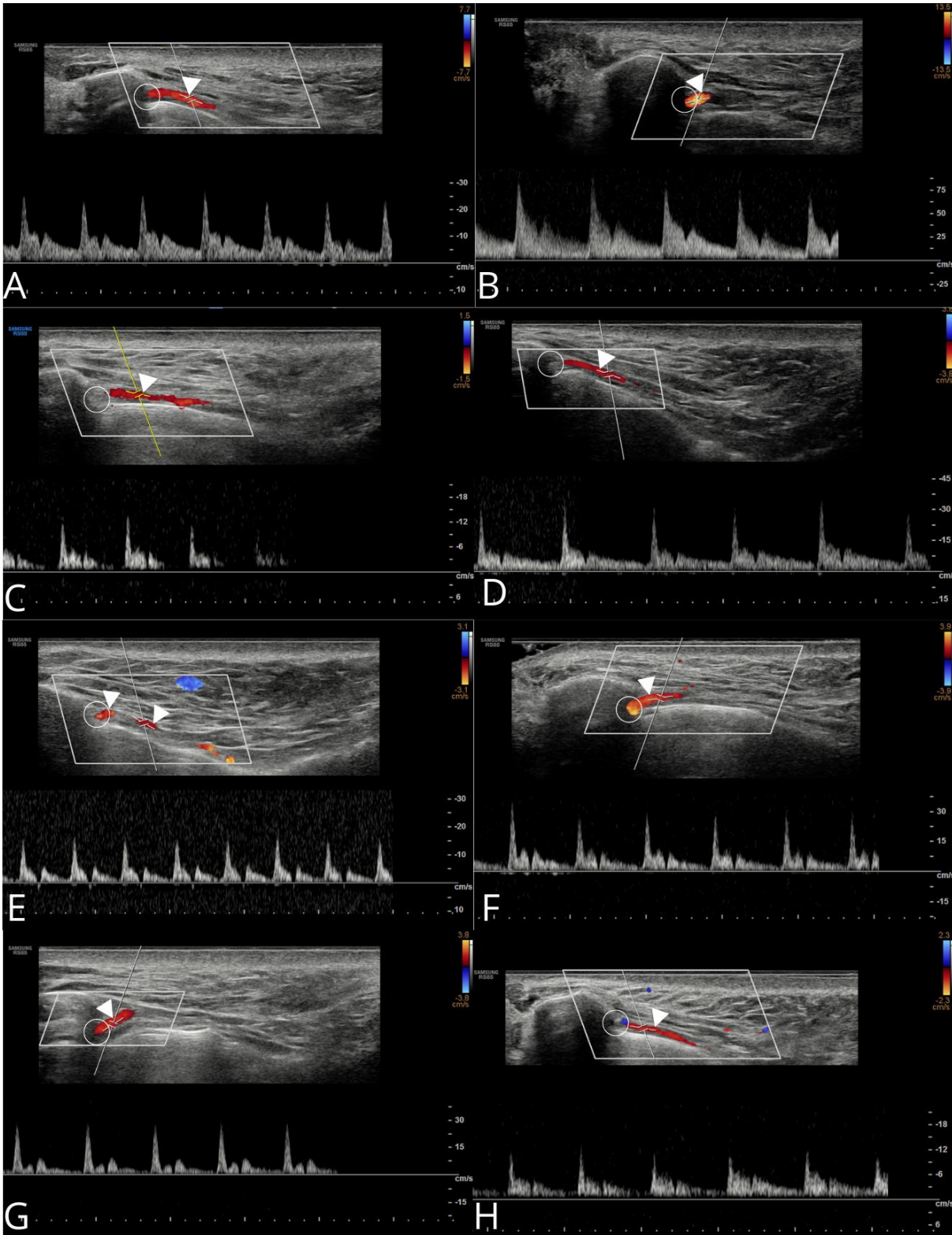
Rycina 22. Mięsień bródkowy. Na rycinach zaznaczono prawy i lewy mięsień bródkowy. Pomiędzy mięśniami widoczna izoechogeniczna tkanka włóknisto-tłuszczowa budująca wyniosłość bródki.



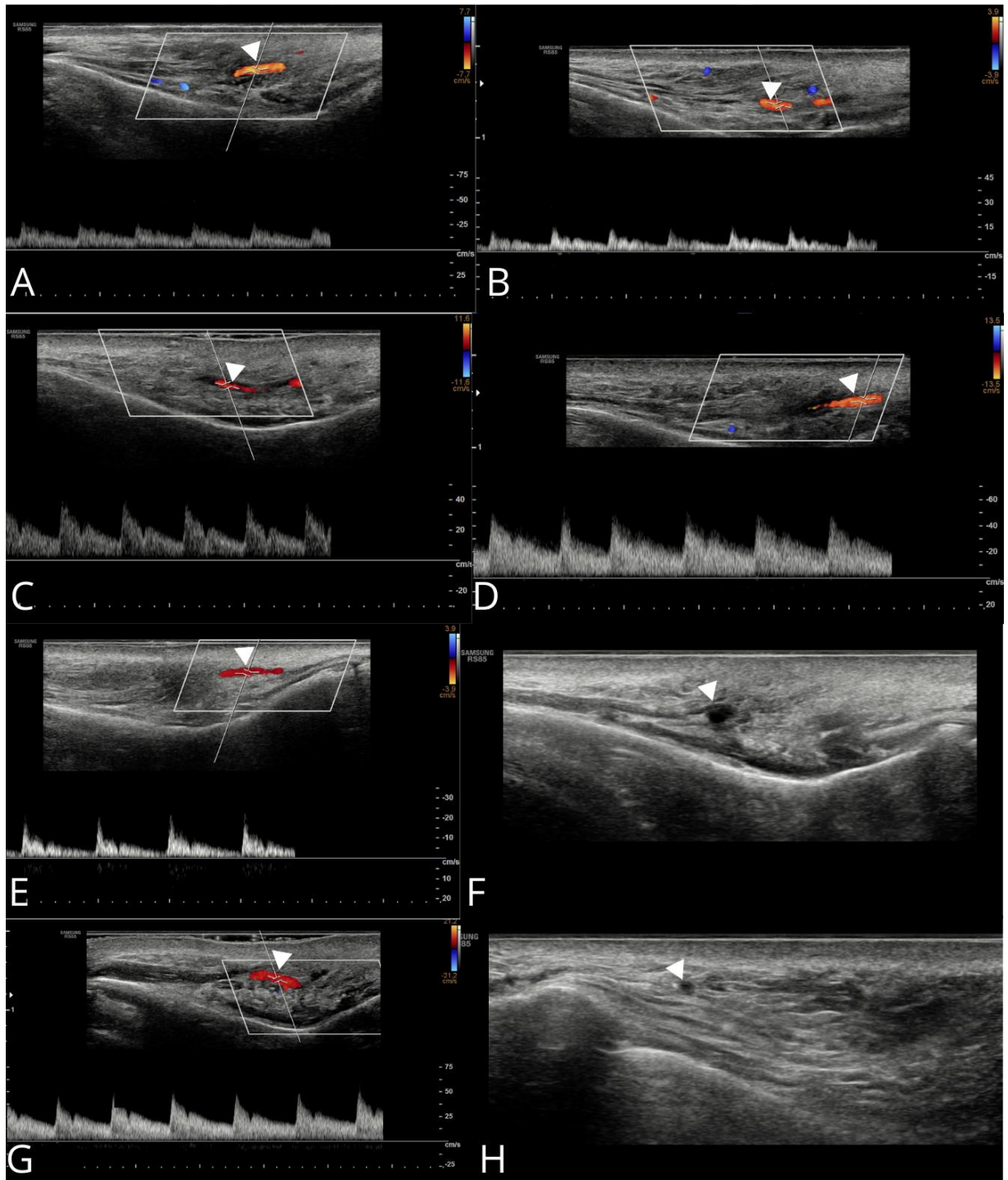
Rycina 23. Tętnica nadbłoczkowa.



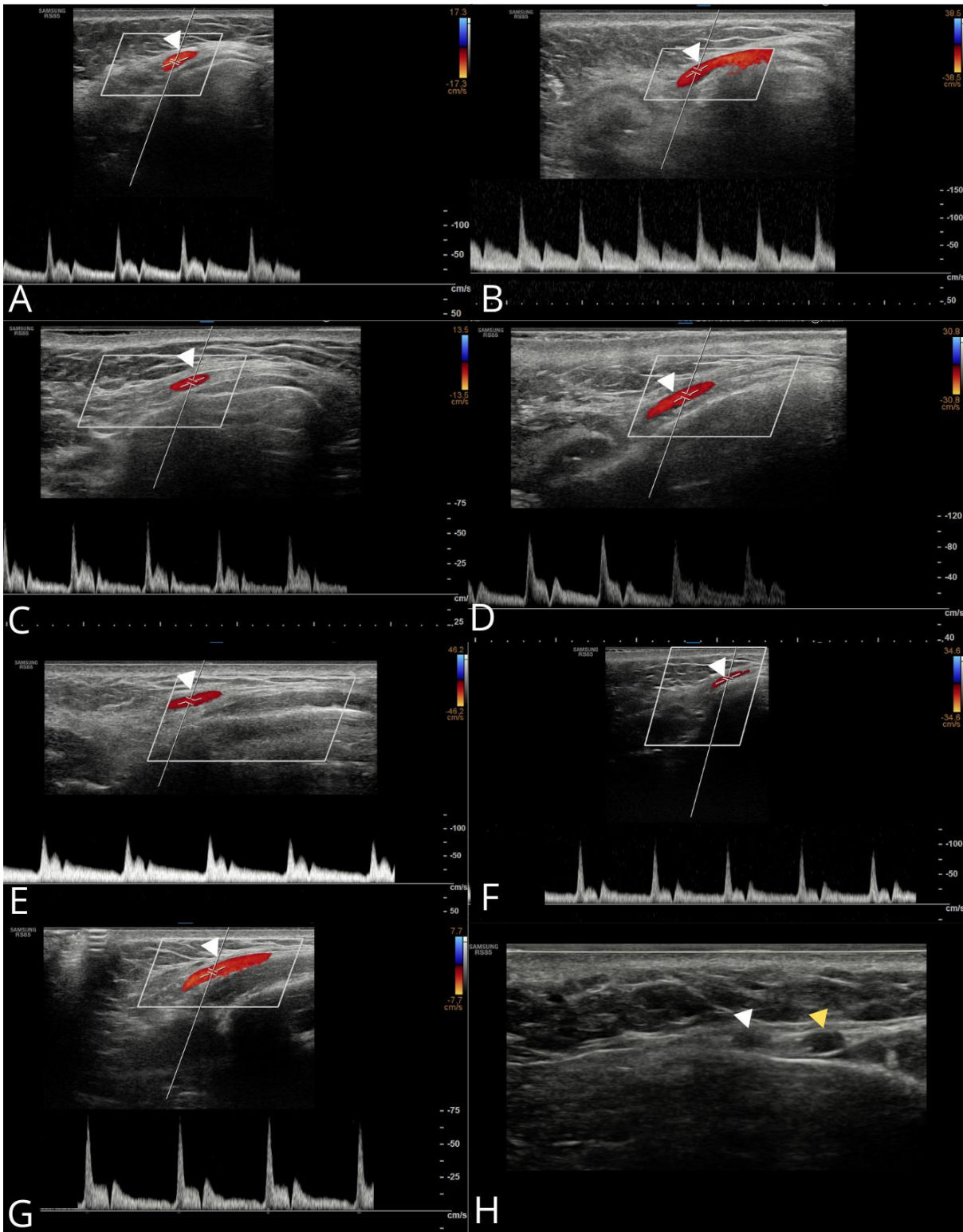
Rycina 24. Tętnica nadoczodołowa. Białym okręgiem zaznaczono otwór/ szczelinę nadoczodołową.



Rycina 25. Tętnica podczodolowa. Białym okręgiem zaznaczono otwór podczodolowy.

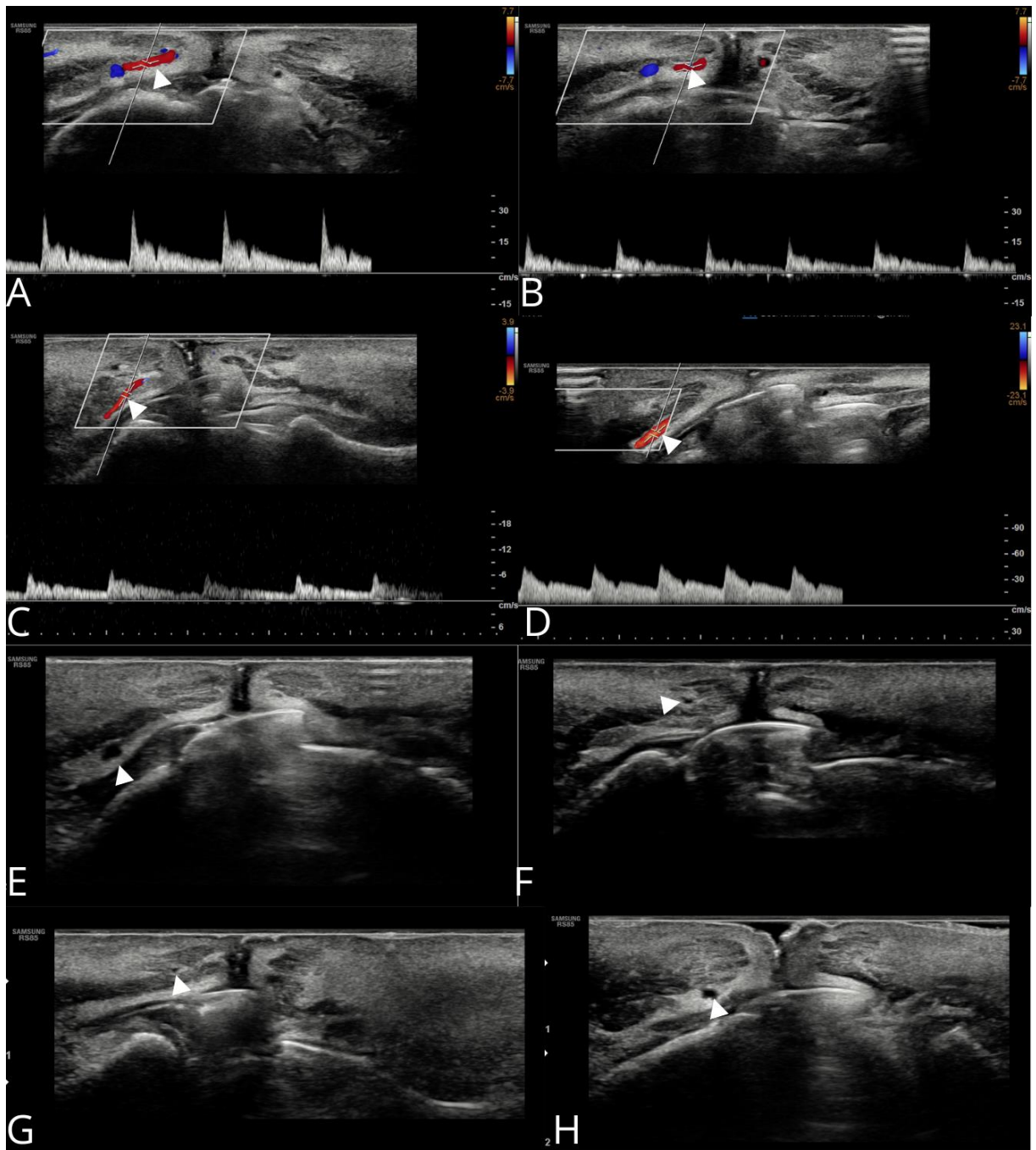


Rycina 26. Tętnica kąтова. F,H- przekrój poprzeczny przez tętnicę.

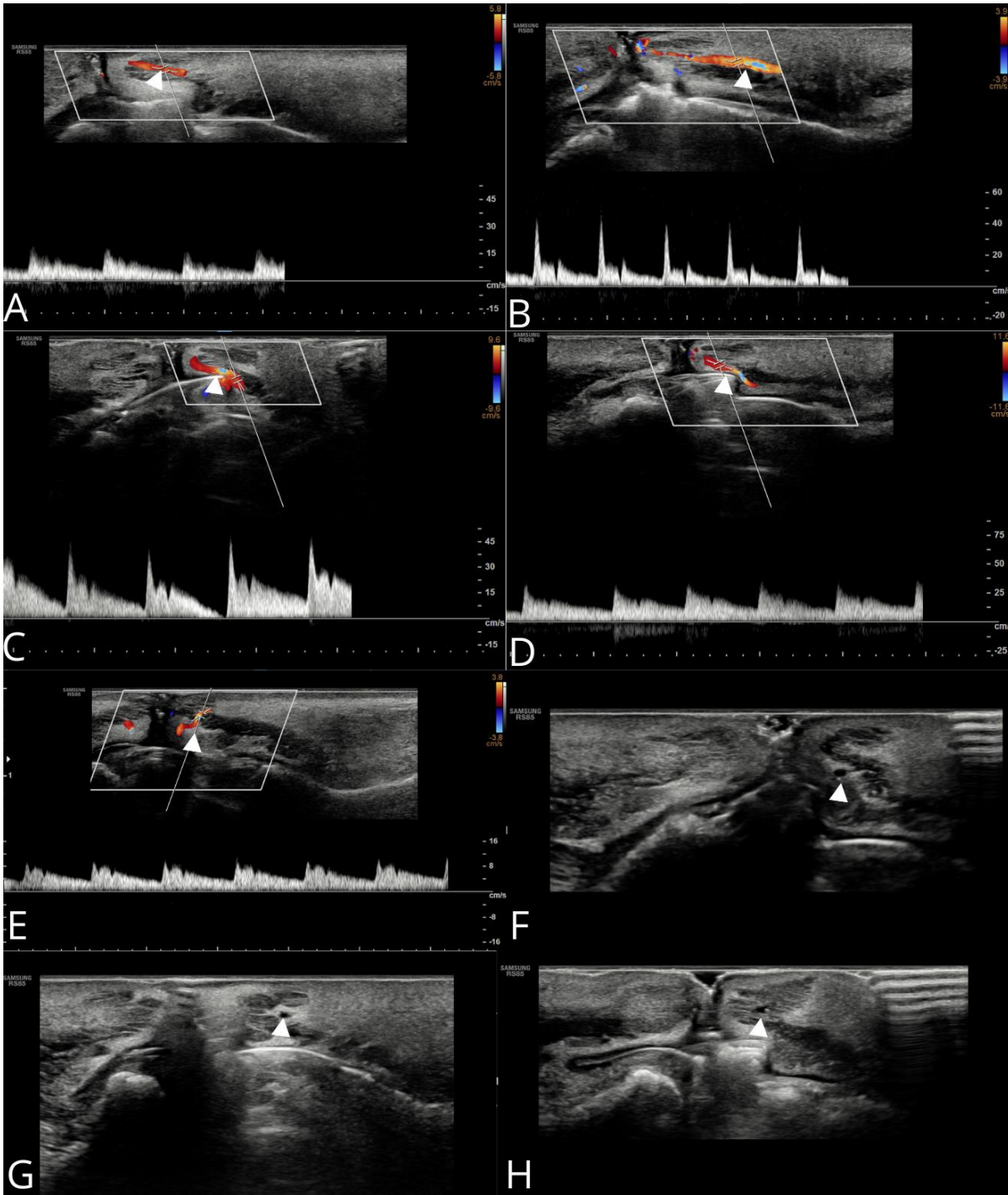


Rycina 27. Tętnica twarzowa. H- prawa połowa twarzy, znacznik ustawiony w kierunku brody; biały grot strzałki wskazuje na tętnicę twarzową, żółty grot strzałki wskazuje żyłę twarzową, położoną do tyłu i nieco głębiej od tętnicy.





Rycina 28. Tętnica wargowa górna. A-E oraz H- położenie podśluzówkowe; F, G- położenie międzymięśniowe.

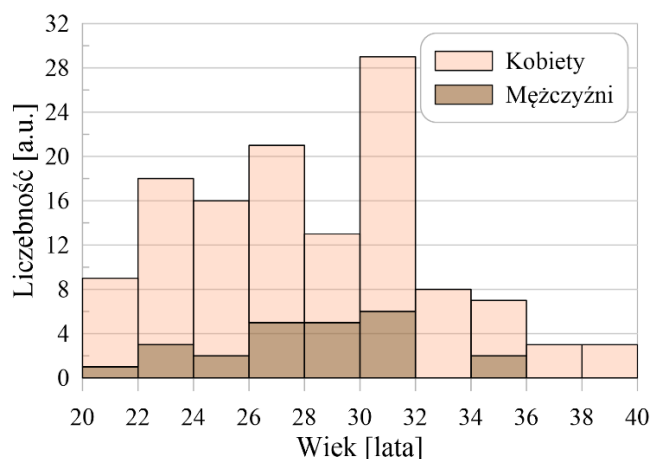


Rycina 29. Tętnica wargowa dolna. A,B,E,G,H- położenie międzymięśniowe; C,D,F- położenie podśluzówkowe.

## 4.2. Badania eksploracyjne

### 4.2.1. Charakterystyka danych do analizy statystycznej (zmiennie niezależne i zależne)

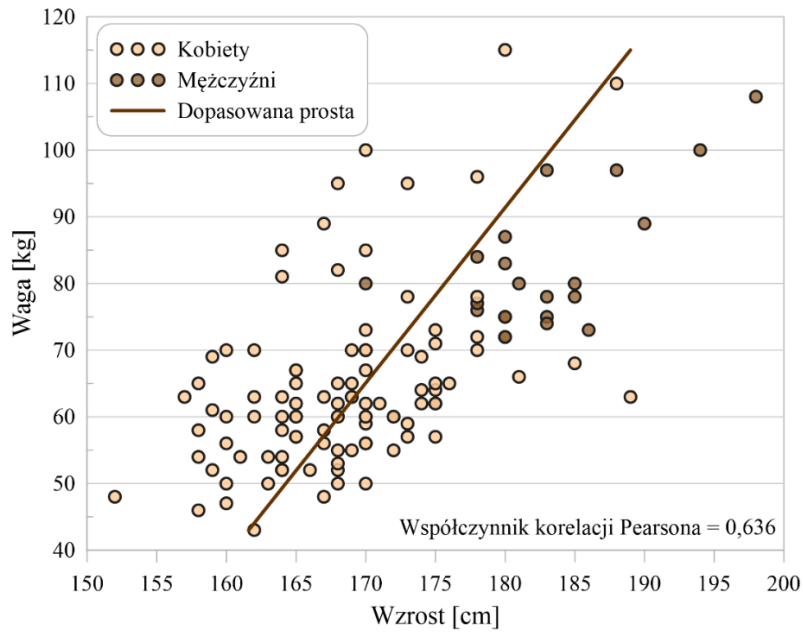
Zgodnie z kryterium włączenia, w analizie statystycznej uwzględniono ochotników w przedziale wieku od 20 do 40 lat, obu płci (Ryc. Nr30).



Rycina 30. Liczebność badanej grupy ochotników w poszczególnych przedziałach wiekowych z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn.

Podczas badań eksploracyjnych zebranego zbioru danych, sprawdzono czy zmiennie niezależne wzrost i waga nie są skorelowane. Otrzymana została istotna statystycznie wartość współczynnika korelacji Pearsona równa 0,636 (istotność statystyczna < ,00001). Wykres zależności wagi od wzrostu został przedstawiony na Ryc. Nr31 (z uwzględnieniem dopasowanej prostej oraz wyznaczonego współczynnika korelacji). Z uwagi na korelację tych zmiennych niezależnych, obliczona została nowa zmienna niezależna w postaci wskaźnika masy ciała (ang. body mass index, BMI) zgodnie ze wzorem:

$$BMI = \frac{waga [kg]}{(wzrost [m])^2} \cdot$$



Rycina 31. Zależność wagi od wzrostu osób badanych z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dodatkowo do zależności (obu płci łącznie) dopasowana została prosta oraz wyznaczony został współczynnik korelacji Pearsona.

W trakcie dokonywania pomiarów struktur twarzy (zmiennie zależne), utworzona została dodatkowa zmienna niezależna w postaci strony twarzy, która była obrazowana, a następnie mierzona. Ostatecznie, w analizie statystycznej uwzględnione zostały cztery zmienne niezależne:

- płeć,
- wiek,
- BMI,
- Strona badana.

#### 4.2.2. Podstawowe statystyki opisowe

Na podstawie opracowanego zbioru danych oraz wyznaczonych parametrów USG twarzy, otrzymanych zostało 76 zmiennych zależnych: po dwa parametry (grubość i odległość od naskórka) dla 17 mięśni oraz po sześć parametrów (średnica, odległość od naskórka, PSV, EDV, RI, PI) dla 7 tętnic. Dla każdej z tych zmiennych wyznaczone zostały statystyki opisowe w postaci liczebności próby, minimum, maksimum, wartości średniej oraz odchylenia standardowego. W Tabelach Nr7- Nr14 przedstawiono otrzymane wyniki kolejno dla grubości mięśni, odległości mięśni od naskórka, średnicy tętnic, odległości tętnic od naskórka, PSV, EDV, RI, PI.

Tabela 7. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla grubości mięśni.

<b>GRUBOŚĆ</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [mm]</b>	<b>Maksimum [mm]</b>	<b>Średnia [mm]</b>	<b>Odchylenie standardowe [mm]</b>
<b>mOF</b>	238	0,387	3,497	1,059	0,517
<b>mP</b>	207	0,449	2,056	1,345	0,328
<b>mCS</b>	243	1,268	4,920	2,741	0,666
<b>mOOcSO</b>	231	0,642	2,128	1,138	0,260
<b>mOOcSP</b>	220	0,410	1,766	0,948	0,251
<b>mOOcIO</b>	210	0,765	2,727	1,615	0,374
<b>mOOcIP</b>	181	0,521	3,015	1,563	0,413
<b>mLAO</b>	238	1,143	3,681	2,139	0,436
<b>mLLS</b>	238	0,957	3,415	1,769	0,408
<b>mZM</b>	234	1,866	4,523	3,028	0,475
<b>mOOrSP</b>	117	0,838	3,954	1,992	0,471
<b>mOOrSM</b>	118	0,961	3,056	1,931	0,410
<b>mOOrIP</b>	117	1,042	4,701	2,127	0,562
<b>mOOrIM</b>	118	0,889	3,086	1,870	0,434
<b>mDAO</b>	223	1,732	5,342	3,148	0,575
<b>mDLI</b>	138	0,837	3,107	1,751	0,471
<b>mM</b>	242	1,438	5,702	3,022	0,686

Tabela 8. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla odległości mięśni od naskórka.

<b>ODLEGŁOŚĆ OD NASKÓRKA</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [mm]</b>	<b>Maksimum [mm]</b>	<b>Średnia [mm]</b>	<b>Odchylenie standardowe [mm]</b>
<b>mOF</b>	238	1,087	5,779	3,105	0,882
<b>mP</b>	207	1,361	4,876	3,019	0,664
<b>mCS</b>	243	2,107	6,484	3,824	0,660
<b>mOOcSO</b>	231	0,795	3,578	1,878	0,583
<b>mOOcSP</b>	220	0,485	2,183	1,101	0,302
<b>mOOcIO</b>	210	1,002	3,897	1,692	0,462
<b>mOOcIP</b>	181	0,667	2,942	1,668	0,407
<b>mLAO</b>	238	4,164	13,796	7,414	1,341
<b>mLLS</b>	238	3,053	10,601	5,487	1,091
<b>mZM</b>	234	3,768	10,401	6,916	1,085
<b>mOOrSP</b>	117	1,534	6,724	4,220	0,825
<b>mOOrSM</b>	118	0,739	2,009	1,251	0,251
<b>mOOrIP</b>	117	1,125	8,390	4,262	1,032
<b>mOOrIM</b>	118	0,641	4,249	1,167	0,410
<b>mDAO</b>	223	1,453	8,449	2,939	0,853
<b>mDLI</b>	138	4,003	9,524	6,090	1,045
<b>mM</b>	242	3,161	8,800	5,480	0,970

Tabela 9. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla średnicy naczyń.

<b>ŚREDNICA</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [mm]</b>	<b>Maksimum [mm]</b>	<b>Średnia [mm]</b>	<b>Odchylenie standardowe [mm]</b>
<b>aST</b>	239	0,005	1,400	0,647	0,261
<b>aSO</b>	214	0,005	1,327	0,437	0,256
<b>aIO</b>	232	0,005	1,629	0,719	0,269
<b>aA</b>	214	0,045	1,603	0,899	0,276
<b>aF</b>	245	0,045	1,967	1,219	0,332
<b>aLS</b>	241	0,045	2,072	0,868	0,285
<b>aLI</b>	239	0,006	1,660	0,803	0,271

Tabela 10. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla odległości naczyń od naskórka.

<b>ODLEGŁOŚĆ OD NASKÓRKA</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [mm]</b>	<b>Maksimum [mm]</b>	<b>Średnia [mm]</b>	<b>Odchylenie standardowe [mm]</b>
<b>aST</b>	237	0,970	6,260	2,947	0,682
<b>aSO</b>	209	0,005	7,650	5,016	1,092
<b>aIO</b>	233	0,005	11,516	6,947	1,462
<b>aA</b>	214	2,055	8,118	4,018	1,047
<b>aF</b>	245	2,280	11,596	5,284	1,368
<b>aLS</b>	241	2,030	7,107	3,924	0,991
<b>aLI</b>	238	1,815	7,580	3,795	1,130

Tabela 11. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla PSV.

<b>PSV</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [cm/s]</b>	<b>Maksimum [cm/s]</b>	<b>Średnia [cm/s]</b>	<b>Odchylenie standardowe [cm/s]</b>
<b>aST</b>	237	4,000	57,894	19,550	9,409
<b>aSO</b>	215	3,236	36,897	17,130	22,688
<b>aIO</b>	237	3,400	78,750	21,779	14,003
<b>aA</b>	213	6,934	98,573	25,951	12,289
<b>aF</b>	246	12,961	149,173	58,985	21,341
<b>aLS</b>	239	4,993	93,447	30,762	17,347
<b>aLI</b>	239	4,450	79,457	23,563	15,113

Tabela 12. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla EDV.

<b>EDV</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [cm/s]</b>	<b>Maksimum [cm/s]</b>	<b>Średnia [cm/s]</b>	<b>Odchylenie standardowe [cm/s]</b>
<b>aST</b>	237	0,000	15,544	2,393	2,564
<b>aSO</b>	215	0,000	7,857	0,813	1,401
<b>aIO</b>	237	0,000	14,068	2,546	2,633
<b>aA</b>	213	0,000	23,185	6,550	4,726
<b>aF</b>	246	0,000	37,253	9,126	6,429
<b>aLS</b>	239	0,000	35,764	6,170	5,506
<b>aLI</b>	239	0,000	26,776	4,985	4,398

Tabela 13. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla RI.

<b>RI</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [a.u.]</b>	<b>Maksimum [a.u.]</b>	<b>Średnia [a.u.]</b>	<b>Odchylenie standardowe [a.u.]</b>
<b>aST</b>	237	0,616	1,000	0,886	0,095
<b>aSO</b>	215	0,529	1,000	0,937	0,093
<b>aIO</b>	237	0,549	1,000	0,883	0,096
<b>aA</b>	213	0,514	1,000	0,764	0,114
<b>aF</b>	246	0,567	1,000	0,850	0,081
<b>aLS</b>	239	0,567	1,000	0,806	0,111
<b>aLI</b>	239	0,538	1,000	0,786	0,109

Tabela 14. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla PI.

<b>PI</b>	<b>Liczebność [a.u.]</b>	<b>Minimum [a.u.]</b>	<b>Maksimum [a.u.]</b>	<b>Średnia [a.u.]</b>	<b>Odchylenie standardowe [a.u.]</b>
<b>aST</b>	237	1,000	7,730	0,886	1,196
<b>aSO</b>	215	0,808	18,500	0,937	11,776
<b>aIO</b>	237	0,832	15,909	0,883	1,970
<b>aA</b>	213	0,756	5,898	0,764	0,859
<b>aF</b>	246	0,940	5,832	0,850	0,989
<b>aLS</b>	239	0,886	5,637	0,806	0,942
<b>aLI</b>	239	0,751	9,468	0,786	1,007



### 4.3. Badania związku pomiędzy zmiennymi ilościowymi (1 zmienna niezależna)

#### 4.3.1. Badania związku pomiędzy zmiennymi zależnymi a wiekiem

Współzależność badanych parametrów USG twarzy i wieku została zbadana z użyciem współczynnika korelacji Spearmana. W tabelach Nr15- Nr18, wartości współczynnika korelacji Spearmana i ich istotności statystyczne zostały przedstawione w formie graficznej. Szczegółowe wyniki w postaci wartości liczbowych umieszczone zostały w Dodatku A, na końcu rozprawy. Otrzymane wyniki współczynników korelacji dla zależności pomiędzy wiekiem a grubością mięśni, ich odległością od naskórka, średnicą tętnic, ich odległością od naskórka, PSV, EDV, RI, PI przedstawiono w Tabelach Nr55- Nr58.

*Tabela 15. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczonego dla zależności pomiędzy wiekiem a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (\*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05.*

	Grubość	Odległość od naskórka
mOF	○	○
mP	●	○
mCS	○	○
mOOcSO	○	○
mOOcSP	○	○
mOOcIO	○	○
mOOcIP	○	●
mLAO	○	○
mLLS	○	○
mZM	○	○
mOOrSP	○	○
mOOrSM	○	○
mOOrIP	●	○
mOOrIM	○	○
mDAO	● *	○
mDLI	●	○
mM	●	○

Współczynnik korelacji Spearmana

Istotny statystycznie współczynnik korelacji występuje jedynie dla grubości mięśnia mDAO. Dla grubości i odległości od naskórka wszystkich pozostałych struktur, otrzymano współczynnik korelacji nieistotny statystycznie.

Tabela 16. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczonego dla zależności pomiędzy wiekiem a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (\*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05.

	Średnica	Odległość od naskórka
aST	○	○
aSO	○	○
aIO	○	○
aA	○	○
aF	○	○
aLS	○	○
aLI	○	○

Współczynnik korelacji Spearmana

1  
0,5  
0,25  
0,1  
0  
-0,1  
-0,25  
-0,5  
-1

Dla średnicy i odległości od naskórka wszystkich badanych tętnic, otrzymano współczynnik korelacji nieistotny statystycznie.

Tabela 17. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczonego dla zależności pomiędzy wiekiem a PSV, EDV. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (\*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05.

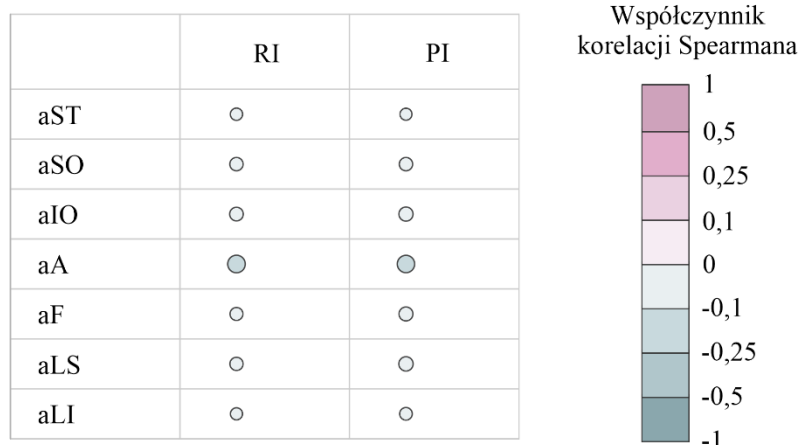
	PSV	EDV
aST	○	○
aSO	○	○
aIO	○	○
aA	○	○
aF	○	○
aLS	○	○
aLI	○	○

Współczynnik korelacji Spearmana

1  
0,5  
0,25  
0,1  
0  
-0,1  
-0,25  
-0,5  
-1

Dla PSV i EDV wszystkich badanych tętnic, otrzymano współczynnik korelacji nieistotny statystycznie.

Tabela 18. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy wiekiem a RI, PI. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (\*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05.



Dla RI i PI wszystkich badanych tętnic, otrzymano współczynnik korelacji nieistotny statystycznie.

Istotny statystycznie współczynnik korelacji występuje jedynie dla grubości mięśnia mDAO, jednak jego wartość wynosi 0,141 (przy istotności statystycznej równej 0,036), co jest uznawane za słabą korelację [129, 159] bądź też bardzo słabą czy pomijalną [160, 161]. Wynika z tego, że dla żadnego z badanych parametrów USG twarzy i wieku nie występuje znaczna współzależność. Założenie o doborze grupy badanej w wieku 21-40 celem ustalenia normy populacyjnej zostało spełnione. W związku z powyższym, potwierdzono prawidłowy dobór próby osób badanych i tym samym potwierdzono zasadność przeprowadzenia dalszej analizy danych.

#### 4.3.2. Badania związku pomiędzy zmiennymi zależnymi a BMI

Współzależność badanych parametrów USG twarzy i BMI została zbadana z użyciem współczynnika korelacji Spearmana. W tabelach Nr19- Nr22, wartości współczynnika korelacji Spearmana i ich istotności statystyczne zostały przedstawione w formie graficznej. Szczegółowe wyniki w postaci wartości liczbowych umieszczone zostały w Dodatku A, na końcu rozprawy. Otrzymane wyniki współczynników korelacji dla zależności pomiędzy BMI a grubością mięśni, ich odległością od naskórka, średnicą tętnic, ich odległością od naskórka, PSV, EDV, RI, PI przedstawiono w Tabelach Nr59- Nr62.

*Tabela 19. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczonego dla zależności pomiędzy BMI a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (\*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne >0.05.*

	Grubość	Odległość od naskórka
mOF	○	● *
mP	○ *	○ *
mCS	○	○ *
mOOcSO	○	○
mOOcSP	○	○
mOOcIO	○	○ *
mOOcIP	○ *	○
mLAO	● *	● *
mLLS	○ *	● *
mZM	○ *	● *
mOOrSP	○	● *
mOOrSM	○	○
mOOrIP	○	○
mOOrIM	○	○
mDAO	○ *	○ *
mDLI	○	○ *
mM	○ *	○ *

Współczynnik korelacji Spearmana

Dla wszystkich badanych mięśni w środkowym piętrze twarzy (mLAO, mLLS, mZM), z wyłączeniem mięśni okrężnych, istnieje istotna statystycznie współzależność BMI od ich grubości i odległości od naskórka. Podobne wyniki otrzymane zostały dla dolnego piętra twarzy, z wyłączeniem mięśnia okrężnego, gdzie jedynie grubość mięśnia mDLI nie jest zależna istotnie statystycznie od BMI. Znak współczynnika korelacji jest dodatni. Wartości

współczynnika korelacji związku grubości mięśni i BMI zawierają się w przedziale 0,156 – 0,308, co oznacza, że jest to korelacja słaba lub umiarkowana.

Odległość od naskórka wszystkich mięśni nie będących okrężnymi (a z okrężnych mOOcIO, mOOOrSP) jest skorelowana istotnie statystycznie z BMI. Otrzymane zostały dodatnie współczynniki korelacji, co jest zgodne z oczekiwaniami, że wraz ze wzrostem BMI (jako miarą otyłości/nadwagi) obserwowany jest wzrost odległości od naskórka. Wartości współczynnika korelacji związku odległości mięśni i naskórka od BMI zawierają się w przedziale 0,174 – 0,437, co oznacza, że jest to korelacja umiarkowana lub silna.

*Tabela 20. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczonego dla zależności pomiędzy BMI a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (\*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne >0.05.*

	Średnica	Odległość od naskórka
aST	○	● *
aSO	○	● *
aIO	○	● *
aA	● *	○
aF	● *	● *
aLS	● *	● *
aLI	○	● *

Współczynnik korelacji Spearmana

1  
0,5  
0,25  
0,1  
0  
-0,1  
-0,25  
-0,5  
-1

Dla trzech najszerszych tętnic (aA, aF, aLS) istnieje istotna statystycznie współzależność BMI od ich średnicy. Znak współczynnika korelacji jest dodatni. Jest to słaba korelacja.

Prawie dla wszystkich tętnic, z wyłączeniem aA, istnieje istotna statystycznie współzależność BMI od ich odległości od naskórka. Znak współczynnika korelacji jest dodatni. Jest to umiarkowana lub silna korelacja.

Tabela 21. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczonego dla zależności pomiędzy BMI a PSV, EDV. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (\*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05.

	PSV	EDV
aST	○	○
aSO	○	○
aIO	●	● *
aA	● *	● *
aF	●	● *
aLS	● *	● *
aLI	○	○

Współczynnik korelacji Spearmana

Otrzymano istotność statystyczną zależności PSV i EDV od BMI, odpowiednio dla dwóch i czterech tętnic, natomiast przy wartości współczynnika korelacji w przedziale 0,133 – 0,202, jest to korelacja słaba lub pomijalna. Znak tej korelacji jest dodatni.

Tabela 22. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczonego dla zależności pomiędzy BMI a RI, PI. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (\*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05.

	RI	PI
aST	○	○
aSO	○	○
aIO	●	○
aA	● *	● *
aF	●	○
aLS	● *	○
aLI	○	○

Współczynnik korelacji Spearmana

Istnieje zależność istotna statycznie RI od BMI, dla aA i aLS, oraz zależność PI od BMI dla aA. Współczynnik tej korelacji jest ujemny. Siła związku w zakresie 0,146 – 0,196 mówi, iż jest to korelacja pomijalna.

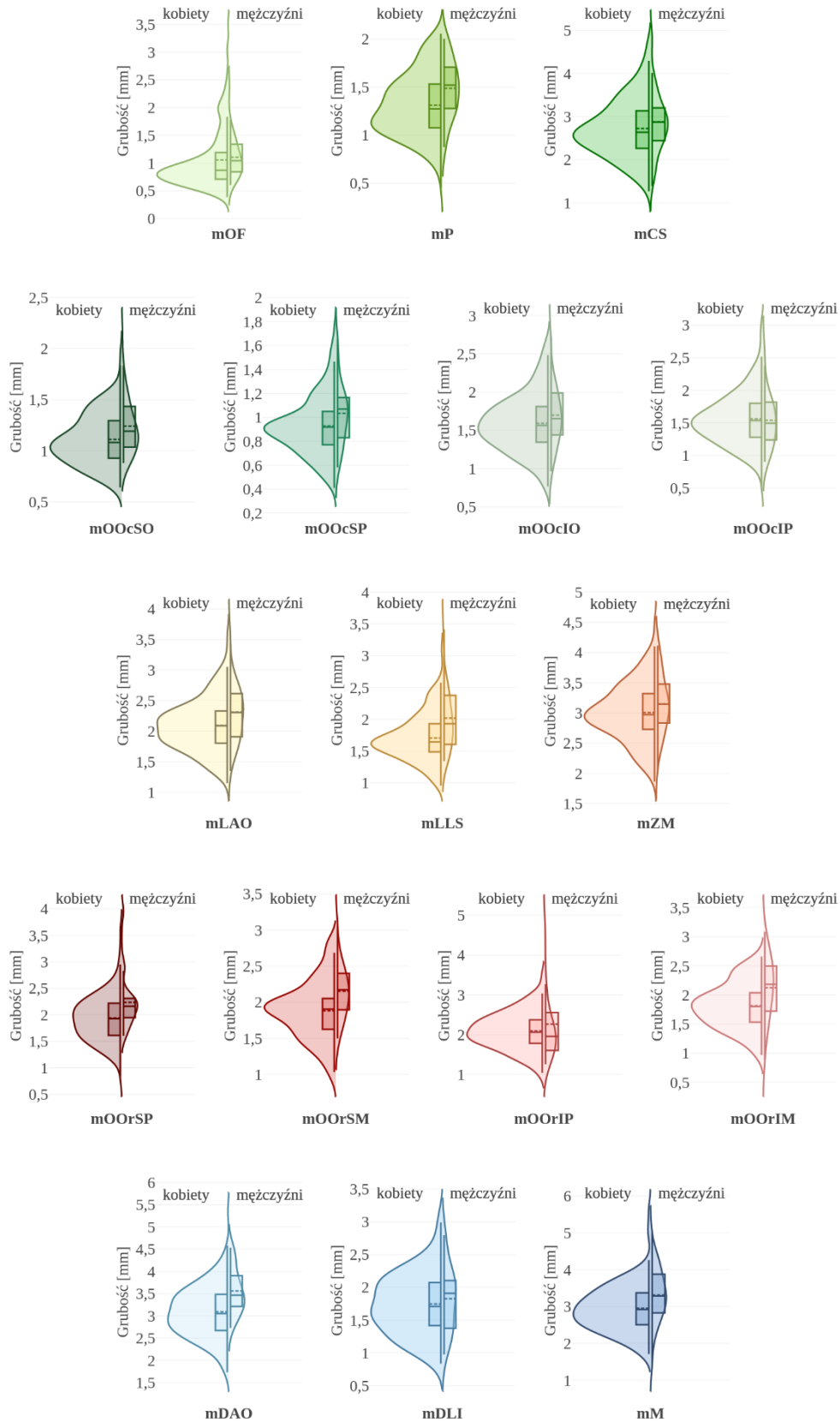
#### 4.4. Badania porównawcze dwóch grup (1 zmienna niezależna)

##### 4.4.1. Badania porównawcze grupy kobiet i mężczyzn

Wyznaczone wartości parametrów USG dla mięśni i tętnic zostały podzielone na grupy zgodnie ze zmienną niezależną 'Płeć'. Do porównania grupy kobiet i mężczyzn wykorzystane zostały wykresy skrzypcowe, test median dla prób niezależnych oraz test U Manna-Whitney'a. Użycie testów nieparametrycznych wynika z braku spełnienia założeń testu t Studenta. Zwłaszcza założenie o równoliczności grup kobiet i mężczyzn nie zostało spełnione dla żadnego z parametrów USG mięśni i tętnic, uniemożliwiając wykorzystanie testów parametrycznych. Szczegółowe wyniki otrzymane dla sprawdzenia założeń umieszczone zostały w Dodatku B, na końcu rozprawy.

Na Rycinie Nr32 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla grubości mięśni w poszczególnych piętrach twarzy. Do każdego z wykresów skrzypcowych dla grupy kobiet i mężczyzn dodane zostały wykresy ramka-wąsy uwzględniające 25., 50. i 75. percentyl oraz wartość średnią.

W Tabeli Nr23 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney'a wraz z medianami dla grubości wszystkich badanych mięśni.



Rycina 32. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla grubości mięśni w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana.



Tabela 23. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla grubości mięśni. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

	Mediana [mm]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
mOF	0,870	1,044	<b><u>0,012</u></b>	<b><u>0,025</u></b>
mP	1,273	1,521	<b><u>0,004</u></b>	<b><u>0,001</u></b>
mCS	2,638	2,872	0,095	0,152
mOOcSO	1,081	1,191	<b><u>0,028</u></b>	<b><u>0,007</u></b>
mOOcSP	0,918	1,068	<b><u>0,036</u></b>	<b><u>0,017</u></b>
mOOcIO	1,564	1,653	0,134	0,146
mOOcIP	1,538	1,496	0,722	0,717
mLAO	2,086	2,305	<b><u>0,006</u></b>	<b><u>0,005</u></b>
mLLS	1,645	1,930	<b><u>0,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
mZM	2,973	3,148	0,229	0,098
mOOrSP	1,928	2,161	0,084	<b><u>0,012</u></b>
mOOrSM	1,904	2,172	0,092	<b><u>0,007</u></b>
mOOrIP	2,065	1,956	0,843	0,952
mOOrIM	1,800	2,182	0,092	<b><u>0,008</u></b>
mDAO	3,053	3,463	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
mDLI	1,708	1,907	0,253	0,500
mM	2,922	3,284	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>0,001</u></b>

Na wykresie rozkładów grubości mięśni okolicy czoła (mOF, mP), górnej części mięśnia okrężnego oka (mOOcSO, mOOcSP), mięśni dźwigaczy wargi górnej (mLAO, mLLS) i w rejonie bródki mDAO i mM, widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. W grupie mężczyzn obserwowane są większe wartości grubości mięśni, co znajduje swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana grubości mięśni u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio dla mOF 0,870 mm; 1,044 mm,

mP 1,273 mm; 1,521 mm, mOOCsO 1,081 mm; 1,191 mm, mOOCsP 0,918 mm; 1,068 mm, mLAO 2,086 mm; 2,305 mm, mLLS 1,645 mm; 1,930 mm, mDAO 3,053 mm; 3,463 mm, mM 2,922 mm; 3,284 mm.

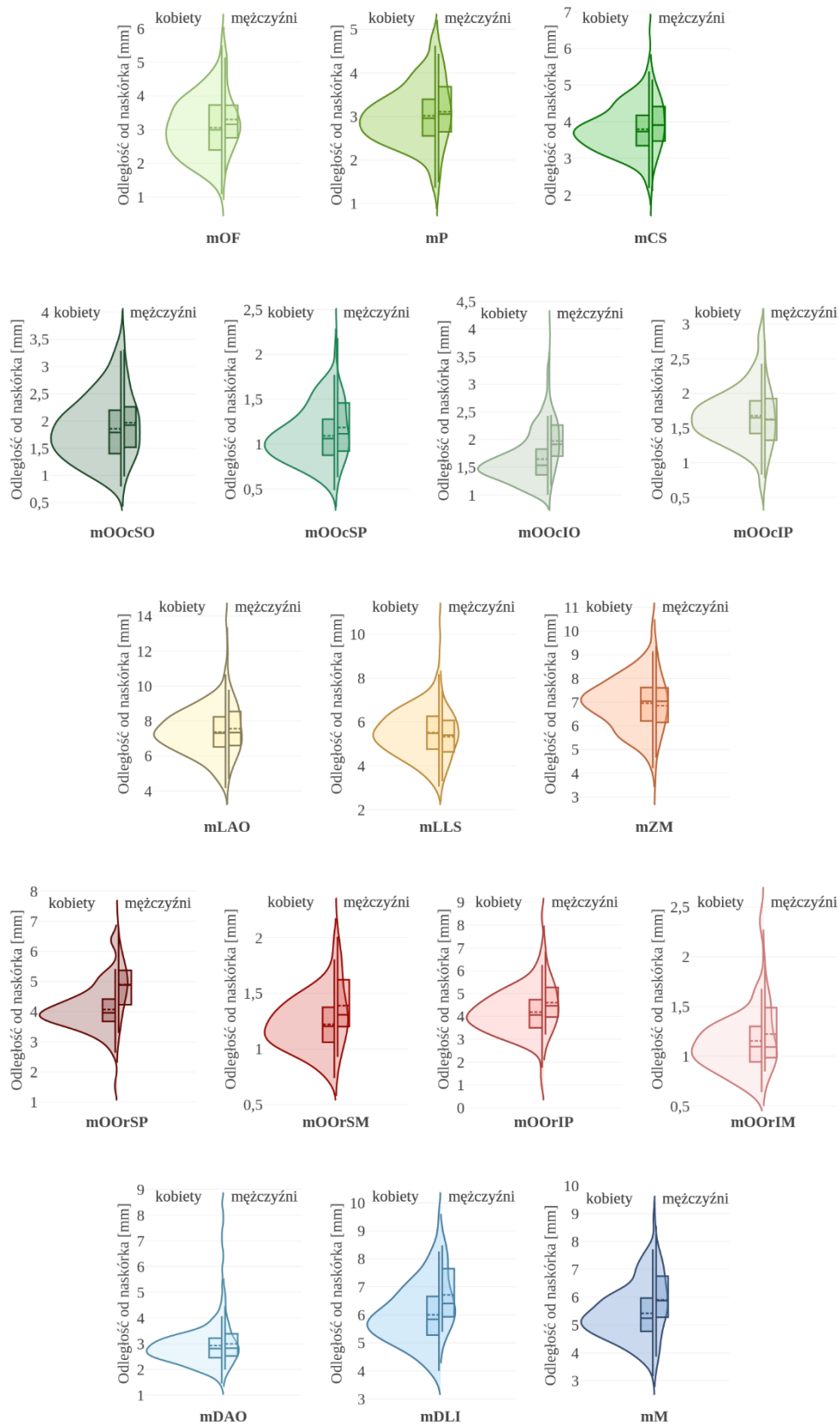
W przypadku grubości wszystkich części mięśnia okrężnego ust, z wyjątkiem mOOrIP na wykresie można zaobserwować, że w rozkładzie u mężczyzn obserwowane są częściej większe wartości grubości niż u kobiet. Test U Manna-Whitney'a również wykazał istotne statystycznie różnice w rozkładach, natomiast wartość istotności statystycznej dla testu median nie osiągnęła poziomu istotności 0,05.

Rozkłady grubości mCS, obu części mOOCi, mZM, mOOrIP, mDLI u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów. Grubość wymienionych mięśni nie zależy od płci.

Na wykresie przedstawiającym rozkład grubości mOOrIP u mężczyzn i mOF u kobiet wartość średnia jest większa od mediany, co wiąże się z obecnością wartości odstających i ekstremalnych. Widoczne jest to również w długich ogonach dla większych wartości grubości tych mięśni. Dla wszystkich pozostałych rozkładów nie obserwuje się wyraźnych różnic między medianą i wartością średnią oraz wartości ekstremalnych.

Na Rycinie Nr33 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla odległości mięśni od naskórka w poszczególnych piętrach twarzy.

W Tabeli Nr24 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney'a wraz z medianami dla odległości badanych mięśni od naskórka.



Rycina 33. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla odległości mięśni od naskórka w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana.

Tabela 24. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla odległości mięśni od naskórka. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

	Mediana [mm]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
<b>mOF</b>	2,990	3,156	0,400	0,148
<b>mP</b>	2,957	3,053	0,460	0,310
<b>mCS</b>	3,732	3,911	0,095	0,165
<b>mOOCsO</b>	1,790	1,926	0,388	0,265
<b>mOOCsP</b>	1,060	1,115	0,294	0,120
<b>mOOCiO</b>	1,534	1,912	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>mOOCiP</b>	1,650	1,622	0,456	0,521
<b>mLAO</b>	7,304	7,337	0,625	0,469
<b>mLLS</b>	5,481	5,394	0,625	0,392
<b>mZM</b>	7,032	7,032	0,864	0,655
<b>mOOrSP</b>	3,959	4,880	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>mOOrSM</b>	1,204	1,307	<b><u>0,030</u></b>	<b><u>0,022</u></b>
<b>mOOrIP</b>	4,065	4,467	0,084	0,080
<b>mOOrIM</b>	1,097	1,094	0,810	0,210
<b>mDAO</b>	2,813	2,829	0,975	0,445
<b>mDLI</b>	5,841	6,410	<b><u>0,040</u></b>	<b><u>0,003</u></b>
<b>mM</b>	5,248	5,873	<b><u>0,001</u></b>	<b><u>0,003</u></b>

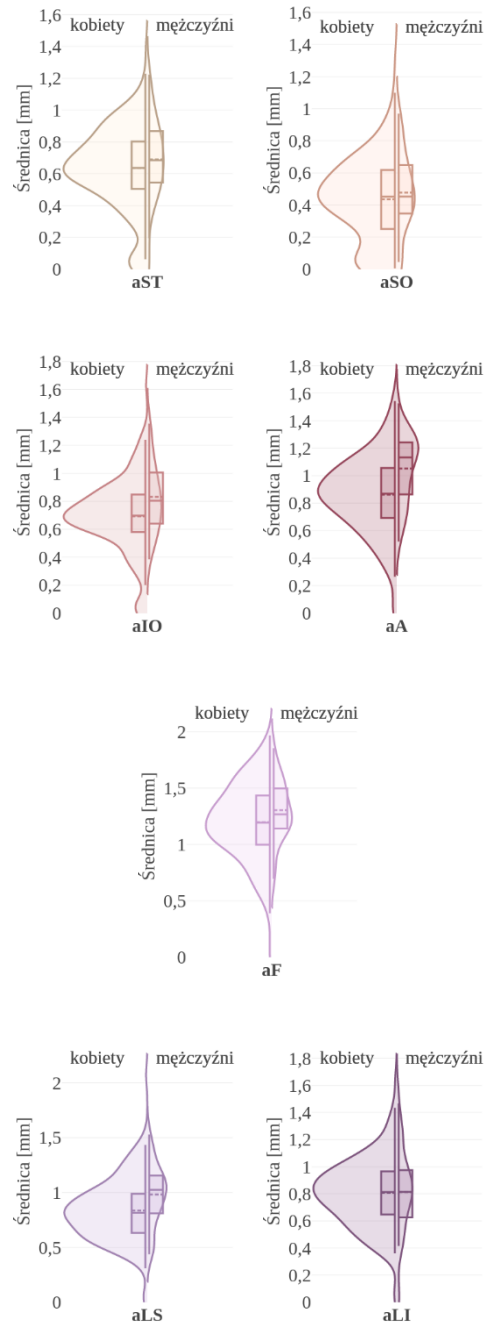
Na wykresie rozkładów odległości mięśni od naskórka mOOCiO, mięśni budujących wargę górną, mDLI oraz mM, widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. W grupie mężczyzn obserwowane są większe odległości mięśni od naskórka, co znajduje swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana odległości mięśni od naskórka u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio dla mOOCiO 1,534 mm; 1,912 mm, mOOrSP 3,959 mm; 4,880 mm, mOOrSM 1,204 mm; 1,307 mm, mDLI 5,841 mm; 6,410 mm, mM 5,248 mm; 5,873 mm.

Rozkłady odległości od naskórka pozostałych badanych mięśni, u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów. Grubość wymienionych mięśni nie zależy od płci.

Na wykresie przedstawiającym rozkład odległości części brzeżnych mięśnia okrężnego ust od naskórka (mOOOrSM oraz mOOOrIM) u mężczyzn wartość średnia jest większa od mediany, co wiąże się z obecnością wartości odstających i ekstremalnych. Widoczne jest to również w długich ogonach dla większych wartości grubości tych mięśni. Dla wszystkich pozostałych rozkładów nie obserwuje się wyraźnych różnic między medianą i wartością średnią oraz wartości ekstremalnych.

Na Rycinie Nr34 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla średnicy tętnic w poszczególnych piętrach twarzy.

W Tabeli Nr25 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney'a wraz z medianami dla średnicy tętnic.



Rycina 34. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla średnicy tętnic w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana.

Tabela 25. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla średnicy tętnic. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

	Mediana [mm]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
<b>aST</b>	0,636	0,685	0,128	0,292
<b>aSO</b>	0,451	0,452	1,000	0,418
<b>aIO</b>	0,698	0,804	<b><u>0,045</u></b>	<b><u>0,007</u></b>
<b>aA</b>	0,869	1,132	<b><u>0,007</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>aF</b>	1,194	1,267	0,187	<b><u>0,047</u></b>
<b>aLS</b>	0,815	1,024	<b><u>0,001</u></b>	<b><u>0,001</u></b>
<b>aLI</b>	0,813	0,814	0,976	0,769

Na wykresie rozkładów średnicy tętnic środkowego piętra twarzy (aIO, aA, aLS) widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. W grupie mężczyzn obserwowane są większe wartości grubości tętnic, co znajduje swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana średnicy tętnic u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio dla aIO 0,698 mm; 0,804 mm, aA 0,869 mm; 1,132 mm, aLS 0,815 mm; 1,024 mm.

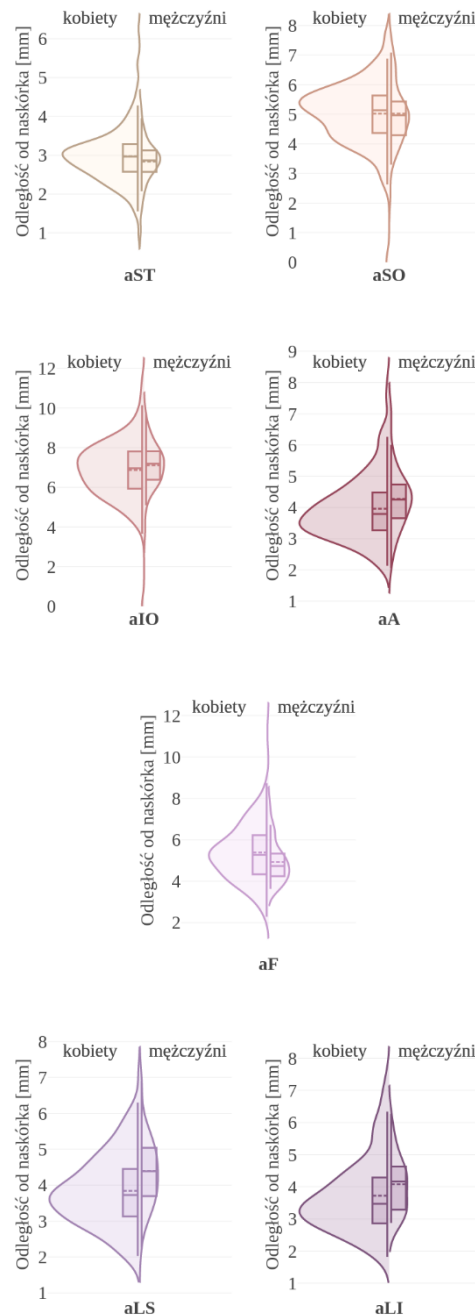
W przypadku średnicy aF na wykresie można zaobserwować, że w rozkładzie u mężczyzn obserwowane są częściej większe wartości średnicy niż u kobiet. Test U Manna-Whitney'a również wykazał istotne statystycznie różnice w rozkładach, natomiast wartość istotności statystycznej dla testu median nie osiągnęła poziomu istotności 0,05.

Rozkłady średnicy tętnic górnego piętra twarzy i aLI, u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów. Średnica wymienionych tętnic nie zależy od płci.

Na wykresie przedstawiającym rozkład średnicy aA u mężczyzn wartość średnia jest mniejsza od mediany, co wiąże się z obecnością wartości odstających i niesymetrycznym rozkładem. Dla wszystkich pozostałych rozkładów nie obserwuje się wyraźnych różnic między medianą i wartością średnią oraz wartości ekstremalnych.

Na Rycinie Nr35 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla odległości tętnic od naskórka w poszczególnych partiach twarzy.

W Tabeli Nr26 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney'a wraz z medianami dla odległości badanych tętnic od naskórka.



Rycina 35. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla odległości tętnic od naskórka w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linią przerywaną.



Tabela 26. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla odległości tętnic od naskórka. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

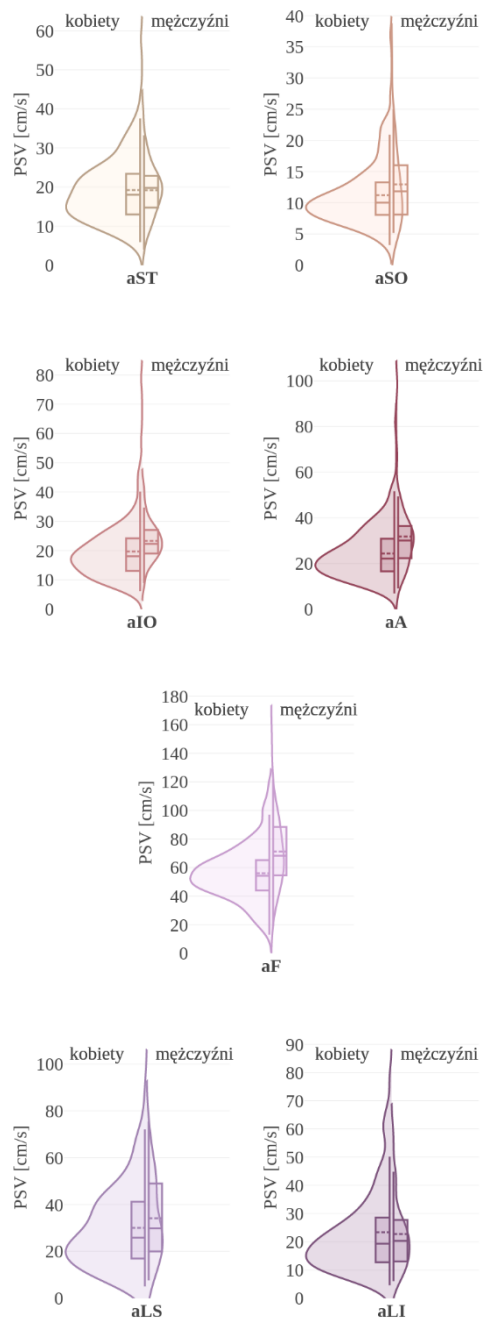
	Mediana [mm]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
aST	2,964	2,869	0,331	0,326
aSO	5,138	4,961	0,393	0,560
aIO	6,958	7,189	0,300	0,283
aA	3,788	4,251	<b><u>0,007</u></b>	<b><u>0,022</u></b>
aF	5,265	4,732	<b><u>0,011</u></b>	<b><u>0,023</u></b>
aLS	3,727	4,389	<b><u>0,005</u></b>	<b><u>0,001</u></b>
aLI	3,471	4,162	<b><u>0,004</u></b>	<b><u>0,007</u></b>

Na wykresie rozkładów odległości tętnic od naskórka dla tętnic środkowego i dolnego piętra twarzy (bez aIO), widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. W grupie mężczyzn obserwowane są większe odległości aA, aLS, aLI od naskórka. W grupie kobiet większe odległości od naskórka widoczne są dla aF. Znajduje to swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana odległości tętnic od naskórka u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio dla aA 3,788 mm; 4,251 mm, aF 5,265 mm; 4,732 mm, aLS 3,727 mm; 4,389 mm, aLI 3,471 mm; 4,162 mm.

Rozkłady odległości od naskórka tętnic w górnym piętrze twarzy, u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów. Odległość od naskórka tętnic w obszarze czoła nie zależy od płci.

Dla wszystkich rozkładów nie obserwuje się wyraźnych różnic między medianą i wartością średnią oraz wartości ekstremalnych.

Na Rycinie Nr36 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla PSV poszczególnych tętnic. W Tabeli Nr27 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney'a wraz z medianami dla PSV.



Rycina 36. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla PSV poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linią przerywaną.

Tabela 27. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla PSV. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

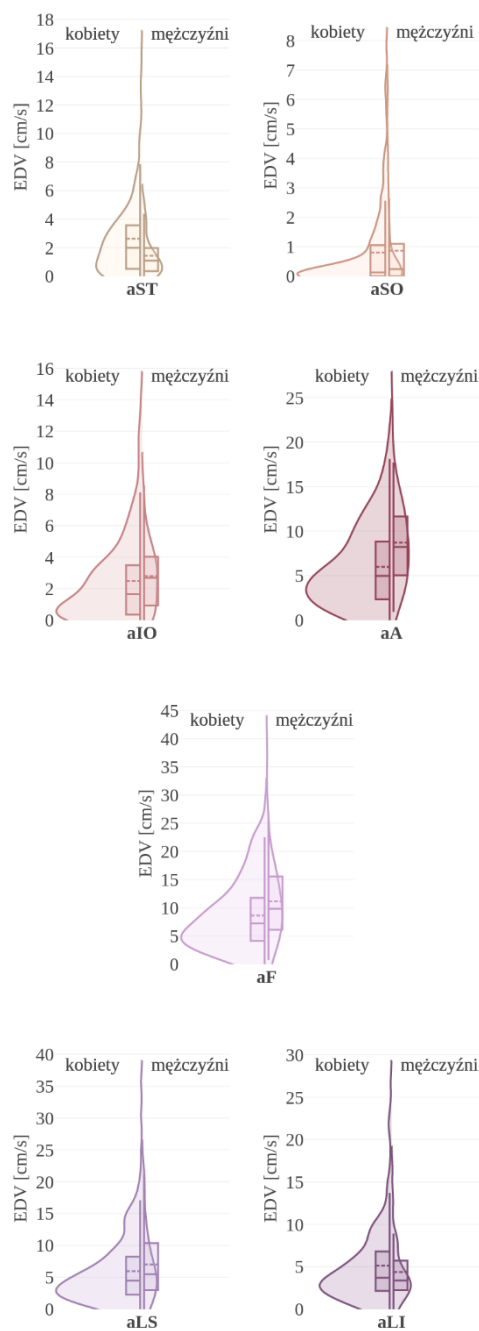
	Mediana [cm/s]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
<b>aST</b>	18,035	19,778	0,597	0,764
<b>aSO</b>	10,231	11,864	0,269	0,486
<b>aIO</b>	18,186	22,294	<b><u>0,001</u></b>	<b><u>0,001</u></b>
<b>aA</b>	22,134	30,079	<b><u>0,002</u></b>	<b><u>0,001</u></b>
<b>aF</b>	54,302	68,324	<b><u>0,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>aLS</b>	25,834	29,803	0,302	0,116
<b>aLI</b>	19,315	20,323	0,716	0,711

Na wykresie rozkładów PSV aIO, aA oraz aF, widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. W grupie mężczyzn obserwowane są wyższe wartości prędkości, co znajduje swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana PSV u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio dla aIO 18,186 cm/s; 22,294 cm/s, aA 22,134 cm/s; 30,079 cm/s, aF 54,302 cm/s; 68,324 cm/s.

Rozkłady pozostałych tętnic u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów.

Na wykresie przedstawiającym rozkład PSV tętnic wargowych, zarówno u kobiet i u mężczyzn wartość średnia jest większa od mediany, co wiąże się z obecnością wartości odstających i ekstremalnych. Widoczne jest to również w długich ogonach dla większych wartości PSV tych tętnic. Dla wszystkich pozostałych rozkładów nie obserwuje się wyraźnych różnic między medianą i wartością średnią oraz wartości ekstremalnych.

Na Rycinie Nr37 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla EDV poszczególnych tętnic. W Tabeli Nr28 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney'a wraz z medianami dla EDV.



Rycina 37. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla EDV poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana.

Tabela 28. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla EDV. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

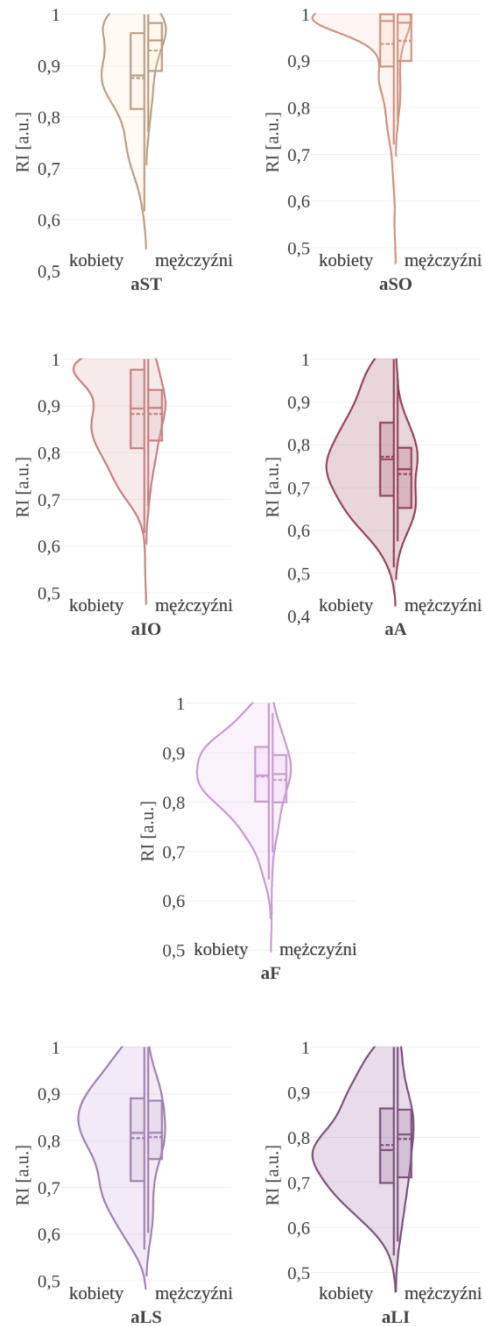
	Mediana [cm/s]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
<b>aST</b>	1,981	1,083	<b><u>0,002</u></b>	<b><u>0,009</u></b>
<b>aSO</b>	0,125	0,240	0,455	0,640
<b>aIO</b>	1,647	2,695	0,089	0,102
<b>aA</b>	4,978	8,225	<b><u>0,002</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>aF</b>	7,235	9,813	<b><u>0,010</u></b>	<b><u>0,017</u></b>
<b>aLS</b>	4,471	5,465	0,172	0,169
<b>aLI</b>	3,709	3,379	0,332	0,399

Na wykresie rozkładów EDV dla aST, aA oraz aF, widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. Dla aST w grupie kobiet, a dla aA oraz aF w grupie mężczyzn obserwowane są wyższe wartości prędkości, co znajduje swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana EDV u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio dla aST 1,981 cm/s; 1,083 cm/s, aA 4,978 cm/s; 8,225 cm/s, aF 7,235 cm/s; 9,813 cm/s.

Rozkłady pozostałych tętnic, u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów.

Na większości wykresów przedstawiających rozkład EDV badanych tętnic (wyjątek stanowią aST, aIO, aA u mężczyzn), zarówno u kobiet i u mężczyzn wartość średnia jest większa od mediany, co wiąże się z obecnością wartości odstających i ekstremalnych. Widoczne jest to w długich ogonach dla większych wartości EDV tych tętnic. Ponadto występuje niesymetryczny rozkład, który jest ograniczony od dołu wartością 0 cm/s.

Na Rycinie Nr38 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla RI poszczególnych tętnic. W Tabeli Nr29 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney'a wraz z medianami dla RI.



Rycina 38. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla RI poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana.

Tabela 29. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla RI. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

	Mediana [a.u.]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
<b>aST</b>	0,881	0,949	<b><u>0,002</u></b>	<b><u>0,002</u></b>
<b>aSO</b>	0,986	0,982	0,494	0,721
<b>aIO</b>	0,895	0,896	0,975	0,806
<b>aA</b>	0,766	0,743	0,327	<b><u>0,049</u></b>
<b>aF</b>	0,854	0,857	0,748	0,789
<b>aLS</b>	0,817	0,817	0,976	0,959
<b>aLI</b>	0,772	0,807	0,172	0,436

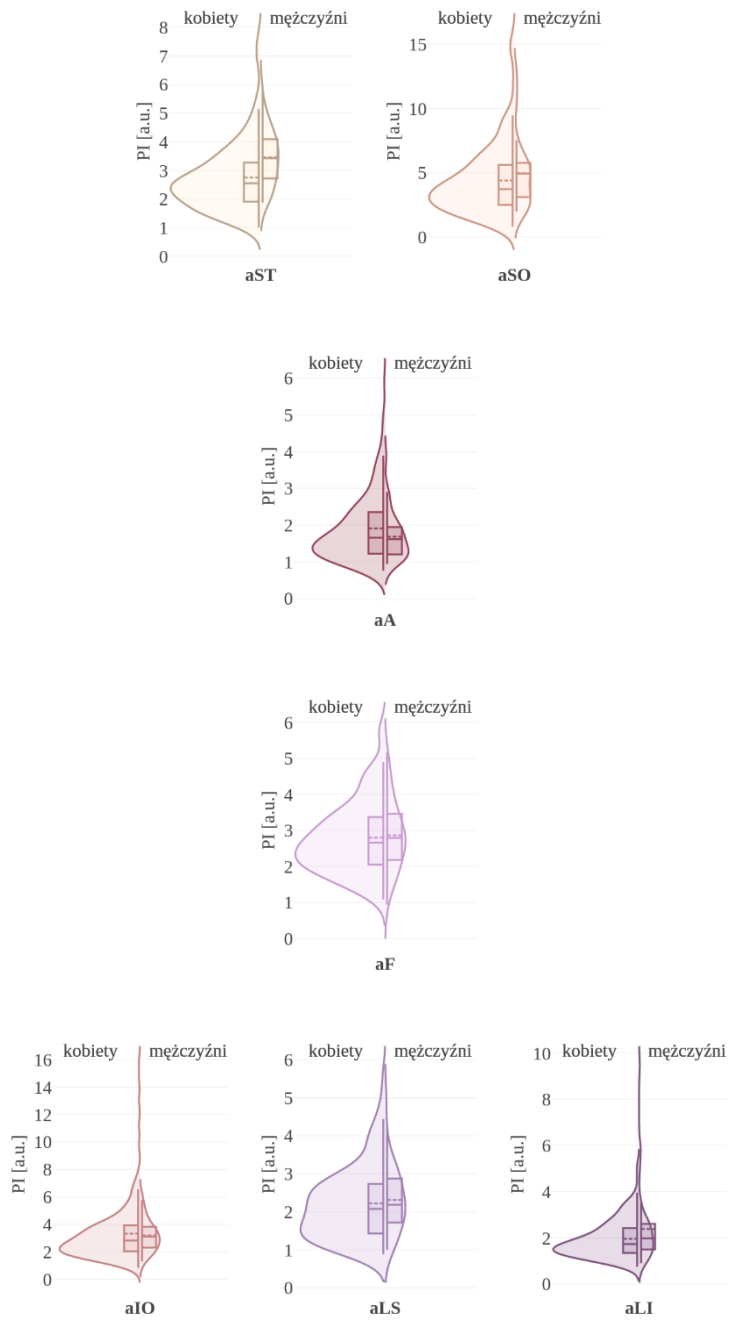
Na wykresie rozkładów RI, jedynie dla aST, widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. W grupie mężczyzn obserwowane są wyższe wartości indeksu oporu, co znajduje swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana RI u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio 0,881; 0,949.

W przypadku RI w aA na wykresie można zaobserwować, że w rozkładzie u kobiet obserwowane są wyższe wartości indeksu niż u mężczyzn. Test U Manna-Whitney'a również wykazał istotne statystycznie różnice w rozkładach, natomiast wartość istotności statystycznej dla testu median nie osiągnęła poziomu istotności 0,05.

Rozkłady pozostałych tętnic, u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów.

Na wykresie przedstawiającym rozkład RI w aST dla mężczyzn i aSO dla obu płci, wartość średnia jest mniejsza od mediany, co wiąże się z obecnością wartości odstających i ekstremalnych. Widoczne jest to również w długich ogonach dla większych wartości RI tych tętnic. Ponadto występuje niesymetryczny rozkład, który jest ograniczony od góry wartością 1. Dla wszystkich pozostałych rozkładów nie obserwuje się wyraźnych różnic między medianą i wartością średnią oraz wartości ekstremalnych.

Na Rycinie Nr39 przedstawione zostały wykresy skrzypcowe dla EDV poszczególnych tętnic. W Tabeli Nr30 umieszczone zostały wartości istotności statystycznej dla testu median oraz testu U Manna-Whitney’a wraz z medianami dla PI.



Rycina 39. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla PI poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana.



Tabela 30. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla PI. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).

	Mediana [a.u.]		Istotność statystyczna [a.u.]	
	Kobiety	Mężczyźni	Test median	Test U Manna-Whitney'a
<b>aST</b>	2,551	3,426	<b><u>≤,001</u></b>	<b><u>≤,001</u></b>
<b>aSO</b>	3,800	4,939	0,269	0,250
<b>aIO</b>	2,823	3,102	0,301	0,396
<b>aA</b>	1,653	1,611	0,972	0,268
<b>aF</b>	2,664	2,796	0,520	0,519
<b>aLS</b>	2,078	2,184	0,485	0,341
<b>aLI</b>	1,733	1,976	0,089	0,135

Na wykresie rozkładów PI, jedynie dla aST, widoczna jest różnica pomiędzy grupą kobiet i mężczyzn. W grupie mężczyzn obserwowane są wyższe wartości indeksu pulsacji, co znajduje swoje odzwierciedlenie również w istotnej statystycznie różnicy w wartościach median (hipoteza zerowa o równości median została odrzucona) oraz w istotnej statystycznie różnicy w rozkładach (hipoteza zerowa o takich samych rozkładach została odrzucona). Mediana RI u kobiet i u mężczyzn wynosi odpowiednio 2,551; 3,426.

Rozkłady pozostałych tętnic, u kobiet i u mężczyzn są do siebie zbliżone. Otrzymane wartości istotności statystycznej, nie pozwoliły na odrzucenie hipotez zerowych w żadnym z przeprowadzonych testów.

Na wykresie przedstawiającym rozkład PI w aSO, aIO, aA dla kobiet, oraz w aLI dla mężczyzn, wartość średnia jest większa od mediany, co wiąże się z obecnością wartości odstających i ekstremalnych. Widoczne jest to również w długich ogonach dla większych wartości PI tych tętnic. Dla wszystkich pozostałych rozkładów nie obserwuje się wyraźnych różnic między medianą i wartością średnią oraz wartości ekstremalnych.

#### 4.4.2. Badania porównawcze strony prawej i lewej

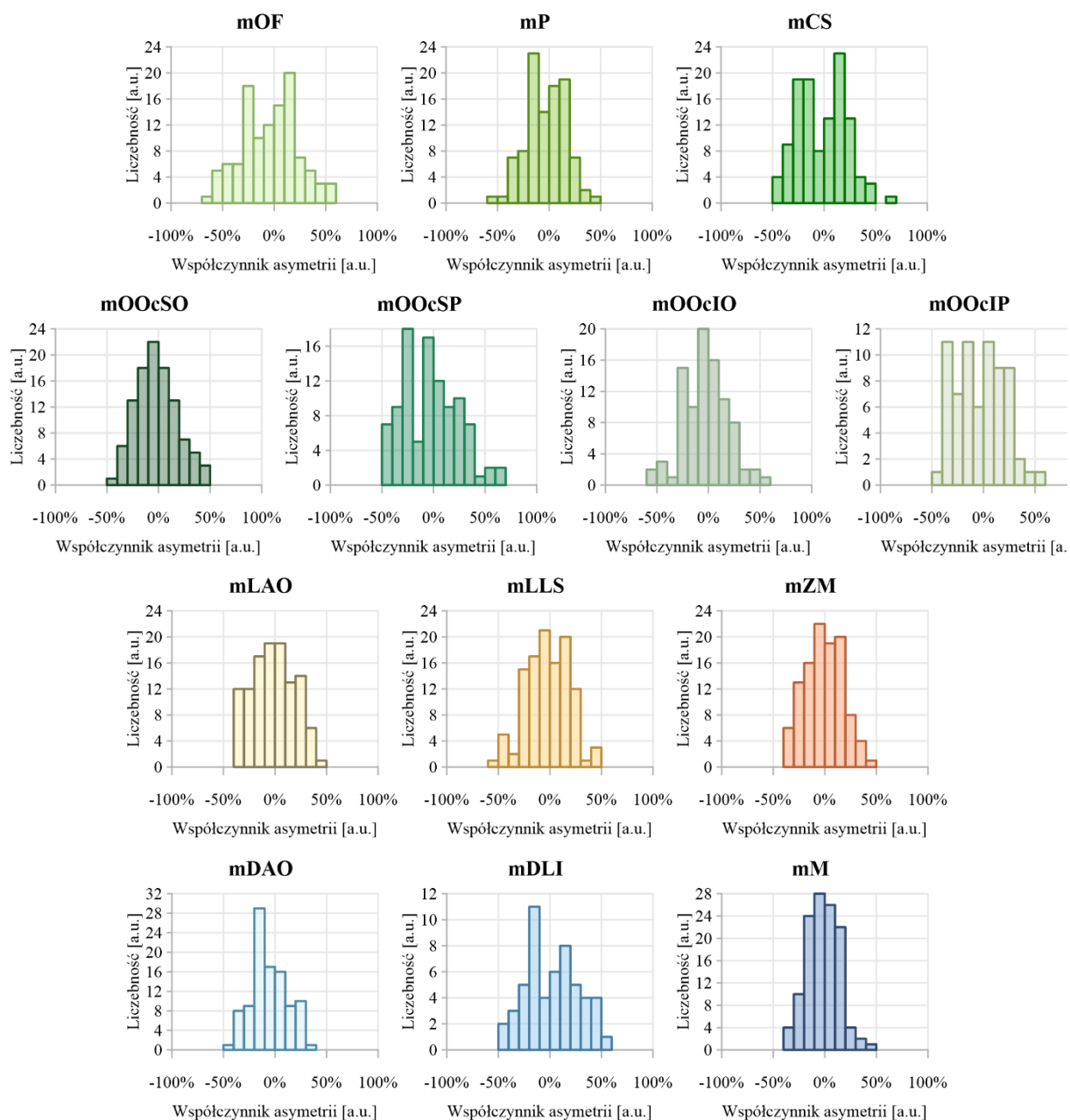
Wartości parametrów USG wyznaczone były dla mięśni i tętnic z uwzględnieniem prawej i lewej strony twarzy (jedynie dla mięśni okrężnych ust najczęściej wykonywany był pojedynczy pomiar, z tego powodu nie zostały one uwzględnione w tym badaniu porównawczym). Do porównania strony prawej i lewej wykorzystany został współczynnik korelacji Pearsona, współczynnik asymetrii oraz testy dla prób zależnych (test t Studenta dla prób zależnych i test kolejności par Wilcoxon). Ponadto, dla otrzymanych wartości współczynnika asymetrii wyznaczone zostały statystyki opisowe w postaci skośności, kurtozy, mediany oraz odchylenia ćwiartkowego. Parametryczny test t Studenta dla prób zależnych wykonywany był przy spełnieniu założenia o normalności rozkładu różnicy obu prób, natomiast w przypadku niespełnienia tego założenia wykonywany był jego nieparametryczny odpowiednik - test kolejności par Wilcoxon. Szczegółowe wyniki otrzymane dla sprawdzenia założeń umieszczone zostały w Dodatku C, na końcu rozprawy.

Przedstawione wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona (1), statystyk opisowych rozkładów współczynnika asymetrii (2) oraz istotności statystyczne dla testów dla prób zależnych (3). Wartości istotności statystycznej otrzymane po przeprowadzeniu testu t Studenta oznaczone zostały adnotacją w postaci skrótu „(tS)”, natomiast wyniki testu kolejności par Wilcoxon oznaczono „(tW)”.

Na Rycinie Nr40 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla grubości mięśni w kolejnych piętrach twarzy.

Otrzymane wyniki dla porównania grubości badanych mięśni po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr31.

## Rozkłady współczynnika asymetrii dla grubości mięśni



Rycina 40. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczonego pomiędzy grubością mięśni po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów grubszy mięsień znajdował się po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy grubszy mięsień znajdował się po lewej stronie.

Tabela 31. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla grubości mięśni. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótów „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla grubości mięśni				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
mOF	<b><u>0,712</u></b>	-0,056	-0,421	-3,76%	18,55%	0,337 (tW)
mP	<b><u>0,617</u></b>	-0,030	-0,321	-3,90%	14,27%	0,092 (ttS)
mCS	<b><u>0,374</u></b>	0,137	-0,761	-0,92%	19,03%	0,358 (ttS)
mOOcSO	<b><u>0,404</u></b>	0,325	-0,297	-4,03%	13,42%	0,267 (tW)
mOOcSP	0,169	0,366	-0,509	-1,90%	21,93%	0,252 (tW)
mOOcIO	<b><u>0,313</u></b>	0,216	0,301	-3,58%	15,17%	0,297 (ttS)
mOOcIP	<b><u>0,432</u></b>	0,176	-0,784	-2,92%	18,85%	0,518 (tW)
mLAO	<b><u>0,351</u></b>	0,147	-0,779	-2,83%	16,01%	0,323 (tW)
mLLS	<b><u>0,389</u></b>	-0,200	-0,067	-1,03%	15,81%	0,396 (tW)
mZM	0,172	0,068	-0,467	-1,08%	12,61%	0,641 (ttS)
mDAO	<b><u>0,380</u></b>	0,195	-0,664	-8,45%	13,46%	<b><u>0,002 (ttS)</u></b>
mDLI	<b><u>0,379</u></b>	0,119	-1,012	3,53%	20,74%	0,228 (ttS)
mM	<b><u>0,672</u></b>	0,051	0,024	-1,50%	11,67%	0,221 (tW)

Współczynnik korelacji Pearsona, świadczący o liniowej zależności pomiędzy stroną prawą i lewą, osiąga największą wartość dla mOF równą 0,712. Natomiast najmniejsza liniowa zależność jest obserwowana dla mOOcSP, współczynnik korelacji równy 0,169, dla którego wartość ta nie jest istotna statystycznie.

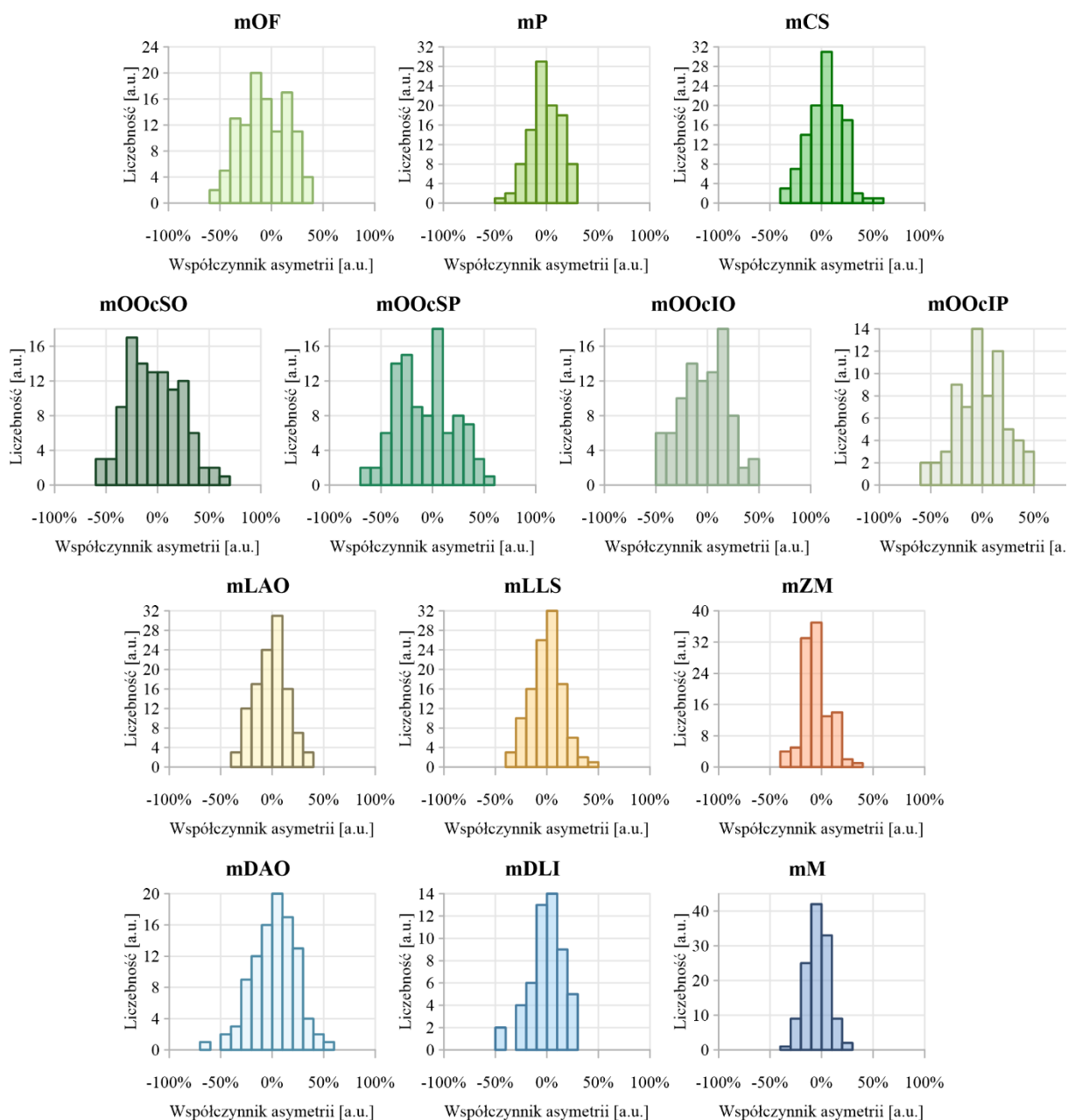
Największe wartości współczynnika korelacji (>0,6) występują dla grubości mOF, mP oraz mM, jednak jedynie dla mM można zaobserwować skośność i kurtozę bliskie 0 oraz najmniejszą medianę (w grupie tych 3 mięśni), co świadczy o rozkładzie skupionym symetrycznie dookoła mediany. Widoczne jest to również na wykresie rozkładu wartości współczynnika asymetrii grubości mM oraz w najmniejszym odchyleniu ćwiartkowym (spośród wszystkich 13 mięśni) równym 11,67%.

Dla wszystkich trzynastu rozważanych mięśni, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów grubości osiąga wartość 40% i jego rozkład wskazuje na fluktuacyjny rodzaj asymetrii. Natomiast w przypadku 9 mięśni (mOF, mP, mCS, mOOcSO, mOOcSP, mOOcIO, mOOcIP, mLLS, mDLI), współczynnik asymetrii sięga 50%.

Dla grubości mDAO, test t Studenta dla prób zależnych wykazał statystycznie istotne różnice pomiędzy pomiarami wykonanymi dla strony prawej i lewej. Na wykresie rozkładu grubości mDAO widoczne jest przesunięcie rozkładu w stronę ujemnych wartości współczynnika asymetrii (asymetria kierunkowa), świadczące o tym, że grubsze mięśnie zostały zaobserwowane częściej po prawej stronie twarzy.

Na Rycinie Nr41 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla odległości mięśni od naskórka w kolejnych piętrach twarzy. Otrzymane wyniki dla porównania odległości od naskórka badanych mięśni po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr32.

## Rozkłady współczynnika asymetrii dla odległości mięśni od naskórka



Rycina 41. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczonego pomiędzy odległością mięśni od naskórka po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów głębiej był położony mięsień po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy głębiej był położony mięsień się po lewej stronie.

Tabela 32. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla odległości mięśni od naskórka. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcozona.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla odległości mięśni od naskórka				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
mOF	<b><u>0,467</u></b>	-0,050	-0,840	-7,85%	17,73%	<b><u>0,003 (ttS)</u></b>
mP	<b><u>0,758</u></b>	-0,061	-0,343	-2,91%	10,72%	0,505 (ttS)
mCS	<b><u>0,304</u></b>	-0,163	0,125	4,63%	11,17%	<b><u>0,019 (ttS)</u></b>
mOOcSO	<b><u>0,454</u></b>	0,312	-0,503	-5,73%	17,62%	0,184 (ttS)
mOOcSP	0,171	0,163	-0,757	-8,74%	19,37%	<b><u>0,008 (ttS)</u></b>
mOOcIO	<b><u>0,359</u></b>	-0,124	-0,647	-1,24%	16,74%	0,306 (tW)
mOOcIP	<b><u>0,276</u></b>	-0,085	-0,470	-5,42%	16,85%	0,527 (ttS)
mLAO	<b><u>0,535</u></b>	0,033	-0,238	0,02%	9,95%	0,670 (ttS)
mLLS	<b><u>0,632</u></b>	0,075	0,282	1,31%	10,19%	0,889 (tW)
mZM	<b><u>0,585</u></b>	0,207	0,098	-5,19%	8,17%	<b><u>&lt;,001 (ttS)</u></b>
mDAO	<b><u>0,302</u></b>	-0,274	0,495	4,35%	13,00%	0,178 (tW)
mDLI	<b><u>0,433</u></b>	-0,545	0,618	0,73%	10,33%	0,801 (tW)
mM	<b><u>0,771</u></b>	-0,257	0,077	-3,97%	7,79%	<b><u>&lt;,001 (ttS)</u></b>

Współczynnik korelacji Pearsona, świadczący o liniowej zależności pomiędzy stroną prawą i lewą, osiąga największą wartość dla mM równą 0,771. Natomiast najmniejsza liniowa zależność jest obserwowana dla mOOcSP, współczynnik korelacji równy 0,171, dla którego wartość ta nie jest istotna statystycznie.

Największe wartości współczynnika korelacji (>0,6) występują dla grubości mP, mLLS oraz mM. Dla dwóch spośród tych trzech mięśni (mLLS, mM) występuje kurtoza dodatnia świadcząca o rozkładzie skupionym dookoła mediany. Dla mLLS o większej wartości kurtozy występuje również większe odchylenie ćwiartkowe (10,19%). Odwrotną zależność można zaobserwować dla mM – mniejsza wartość kurtozy i mniejsze odchylenie ćwiartkowe. Widoczne jest to również na wykresie rozkładu wartości współczynnika asymetrii –

na obydwu wykresach można zaobserwować skupienie dookoła mediany, jednak na wykresie mLLS liczebność współczynnika asymetrii równego około 30-40% jest większa.

Dla wszystkich trzynastu rozważanych mięśni, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów odległości od naskórka osiąga wartość 30%. Największe wartości współczynnika asymetrii widoczne są w grupie mięśnia okrężnego oka, gdzie sięga on 50-70%.

W teście dla prób zależnych uzyskano wyniki istotne statystycznie, świadczące o różnicy pomiędzy pomiarami wykonanymi dla strony prawej i lewej (czyli o kierunkowym rodzaju asymetrii), dla odległości mOF, mCS, mOOcSP, mZM, mM od naskórka.

Dla odległości mOF od naskórka skośność i kurtoza są bliskie wartości zero, co świadczy o rozkładzie zbliżonym do normalnego. Natomiast ujemna wartość mediany (-7,85%) świadczy o przesunięciu rozkładu w stronę lewą na wykresie, a więc w stronę dominacji prawej strony u osób badanych. Wartość odchylenia ćwiartkowego (17,73%) również świadczy asymetrii stron w odległości mOF od naskórka.

Dla odległości mCS od naskórka skośność jest ujemna (-0,163) co świadczy o dominacji strony lewej. Kurtoza (0,125) bliska 0 wskazuje na rozkład zbliżony kształtem rozkładowi normalnemu. Dodatnia wartość mediany (4,63%) potwierdza rozkład współczynnika asymetrii z dominacją strony lewej. Widoczne jest to również na wykresie rozkładu wartości współczynnika asymetrii.

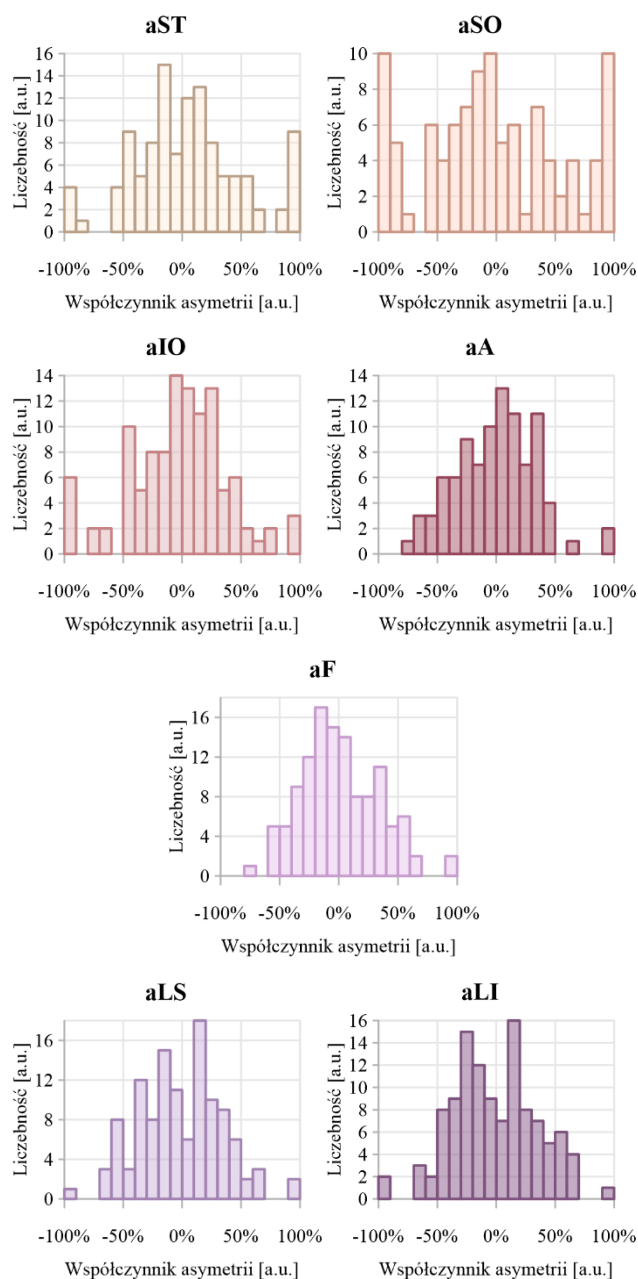
Dla odległości mOOcSP oraz mZM od naskórka dodatnia skośność, ujemna mediana i widoczny na wykresie rozkład współczynnika asymetrii świadczy o dominacji strony prawej.

Dla odległości mM od naskórka kurtoza (0,077) świadczy o rozkładzie zbliżonym kształtem do normalnego z przesunięciem w stronę dominacji strony prawej z uwagi na ujemną wartość mediany (-3,97%).

Na Rycinie Nr42 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla średnicy tętnic w kolejnych piętrach twarzy. Otrzymane wyniki dla porównania średnicy badanych tętnic po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr33.



## Rozkłady współczynnika asymetrii dla średnic tętnic



Rycina 42. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczonego pomiędzy średnicą tętnic po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów tętnica o większej średnicy znajdowała się po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy tętnica o większej średnicy znajdowała się po lewej stronie.

Tabela 33. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla średnicy tętnic. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcozona.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla średnic tętnic				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
aST	-0,001	0,234	-0,076	3,99%	27,05%	0,518 (tW)
aSO	0,081	0,130	-0,902	-6,89%	42,80%	0,822 (ttS)
aIO	0,077	-0,189	0,310	0,12%	23,63%	0,464 (ttS)
aA	0,086	0,204	0,204	0,66%	23,41%	0,998 (ttS)
aF	-0,005	0,378	0,040	-2,52%	24,43%	0,616 (ttS)
aLS	0,144	0,074	-0,078	-1,28%	25,01%	0,529 (ttS)
aLI	<b><u>-0,207</u></b>	0,061	-0,181	-2,43%	25,06%	0,583 (ttS)

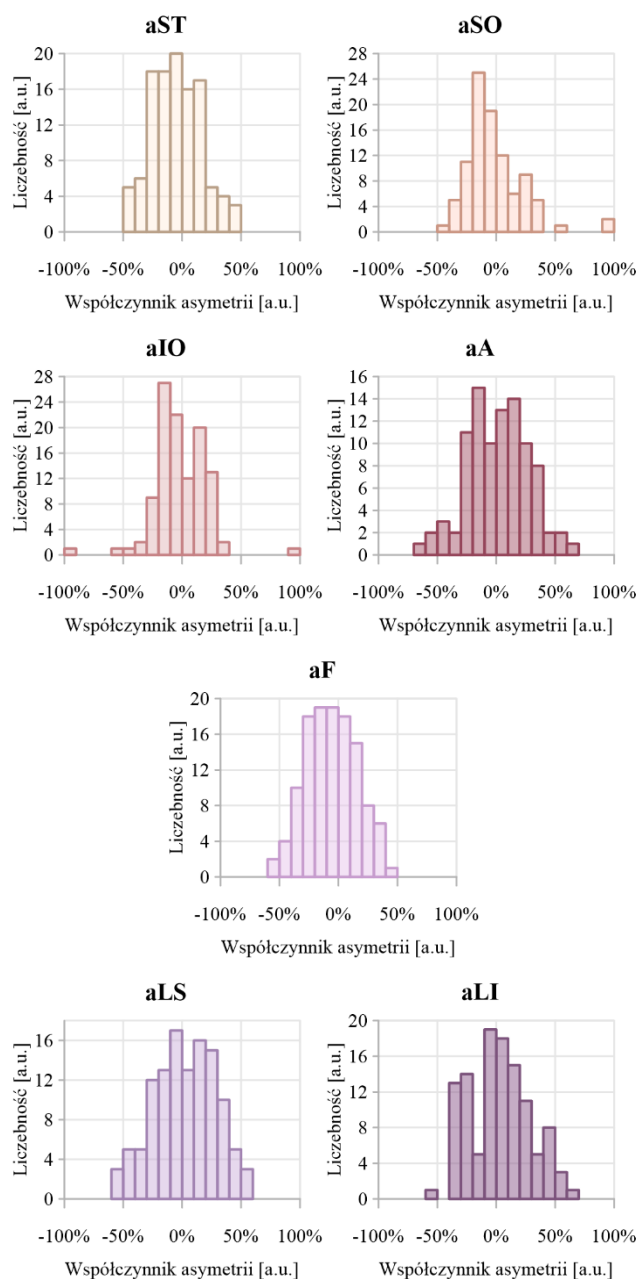
Współczynnik korelacji Pearsona istotny statystycznie otrzymano jedynie dla aLI. Jego ujemna wartość (-0,207) świadczy o tym, że wraz ze wzrostem średnicy tętnicy po jednej stronie twarzy, obserwowany jest spadek średnicy tętnicy po stronie przeciwnej. Wartości współczynnika korelacji średnicy dla każdej z badanych tętnic są niskie, co sugeruje asymetrię pomiędzy stronami twarzy w badanej zmiennej.

Dla wszystkich siedmiu rozważanych tętnic, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów średnicy osiąga wartość ponad 90% (z wyjątkiem aF po stronie prawej). Dla każdej z tętnic odchylenie ćwiartkowe wynosi ponad 23%, co świadczy o silnym rozrzucie wartości współczynnika asymetrii.

Dla aSO widoczny jest rozkład platykurtyczny i asymetryczny, co ma swoje odzwierciedlenie w ujemnej kurtozie (-0,902) oraz w największym (spośród wszystkich badanych tętnic) odchyleniu ćwiartkowym, którego wartość wynosi 42,80%. Świadczy to, o dużej asymetrii pomiędzy stronami twarzy, ale wykonane testy nie stwierdzają dominacji jednej strony względem drugiej - brak istotności statystycznej dla testu prób zależnych.

Na Rycinie Nr43 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla odległości tętnic od naskórka w kolejnych piętrach twarzy. Otrzymane wyniki dla porównania odległości badanych tętnic od naskórka po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr34.

### Rozkłady współczynnika asymetrii dla odległości tętnic od naskórka



Rycina 43. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczonego pomiędzy odległością tętnic od naskórka po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów głębiej położona była tętnica po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy głębiej położona była tętnica po lewej stronie.

Tabela 34. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla odległości tętnic od naskórka. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(tS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxona.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla odległości tętnic od naskórka				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
aST	<b><u>0,318</u></b>	0,253	-0,445	-6,62%	16,15%	<b><u>0,008 (tW)</u></b>
aSO	<b><u>0,240</u></b>	1,700	5,052	-6,89%	13,48%	0,057 (tW)
aIO	<b><u>0,278</u></b>	0,006	6,266	-3,40%	13,59%	0,451 (tW)
aA	-0,026	-0,048	-0,315	2,58%	19,04%	0,578 (tW)
aF	<b><u>0,489</u></b>	0,063	-0,602	-7,19%	16,21%	<b><u>0,006 (tS)</u></b>
aLS	0,110	-0,130	-0,616	1,83%	20,43%	0,194 (tS)
aLI	<b><u>0,368</u></b>	0,204	-0,508	4,29%	19,87%	0,299 (tW)

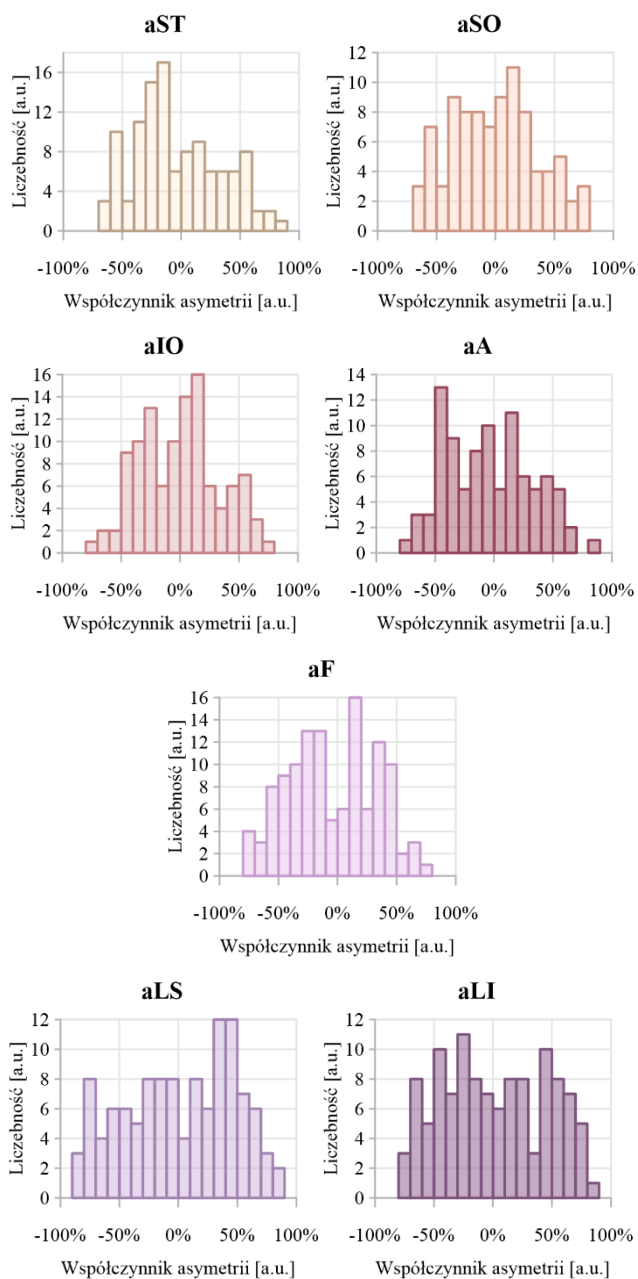
Współczynnik korelacji Pearsona osiągnął najwyższą wartość dla aF (0,489), jest on istotny statystycznie i świadczy o słabej zależności liniowej pomiędzy odległości aF od naskórka strony prawej od lewej. Najmniejsza liniowa zależność jest obserwowana dla aA, współczynnik korelacji równy -0,026, dla którego wartość ta nie jest istotna statystycznie. Dla większości rozważanych tętnic, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów odległości od naskórka osiąga wartość 50-60%. Największe wartości współczynnika asymetrii widoczne są dla aSO strony lewej i aIO obustronnie, gdzie sięga on wartość 90%.

W teście prób zależnych jedynie dla aST oraz aF uzyskano istotność statystyczną.

Rozkład współczynnika asymetrii dla odległości aST od naskórka jest zbliżony do rozkładu normalnego, kurtoza (-0,445) bliska 0, z niewielkim przesunięciem w kierunku dominacji strony prawej, o czym świadczy dodatnia skośność (0,253) i ujemna mediana (-6,62%). Podobnie wygląda rozkład współczynnika asymetrii dla odległości aF od naskórka. Zbliżony jest do rozkładu normalnego, kurtoza (-0,602) bliska 0, z przesunięciem w kierunku dominacji strony prawej, o czym świadczy dodatnia skośność (0,063) i ujemna mediana (-7,19%).

Na Rycinie Nr44 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla PSV w kolejnych piętrach twarzy. Otrzymane wyniki dla porównania PSV po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr35.

### Rozkłady współczynnika asymetrii dla wartości PSV



Rycina 44. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczonego pomiędzy PSV po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów większa wartość PSV obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy większa wartość PSV obserwowana była po lewej stronie.

Tabela 35. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla PSV. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(tS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxona.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla wartości PSV				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
aST	<b><u>0,204</u></b>	0,350	-0,775	-11,41%	26,02%	0,176 (tW)
aSO	<b><u>0,232</u></b>	0,136	-0,739	1,30%	27,72%	0,877 (tW)
aIO	<b><u>0,327</u></b>	0,113	-0,733	1,47%	23,41%	0,982 (tW)
aA	0,202	0,187	-0,814	-4,47%	29,26%	0,402 (tW)
aF	0,091	0,065	-0,941	-7,89%	30,43%	0,176 (tS)
aLS	<b><u>0,296</u></b>	-0,196	-1,088	4,26%	37,95%	0,640 (tS)
aLI	<b><u>0,297</u></b>	0,086	-1,141	-0,18%	39,09%	0,631 (tW)

Współczynnik korelacji Pearsona, świadczący o liniowej zależności pomiędzy stroną prawą i lewą, osiąga największą wartość dla aIO równą 0,327. Natomiast najmniejsza liniowa zależność jest obserwowana dla aF, współczynnik korelacji równy 0,091, dla którego wartość ta nie jest istotna statystycznie. Wartości współczynnika korelacji PSV dla każdej z badanych tętnic są niskie, co sugeruje asymetrię pomiędzy stronami twarzy w badanej zmiennej.

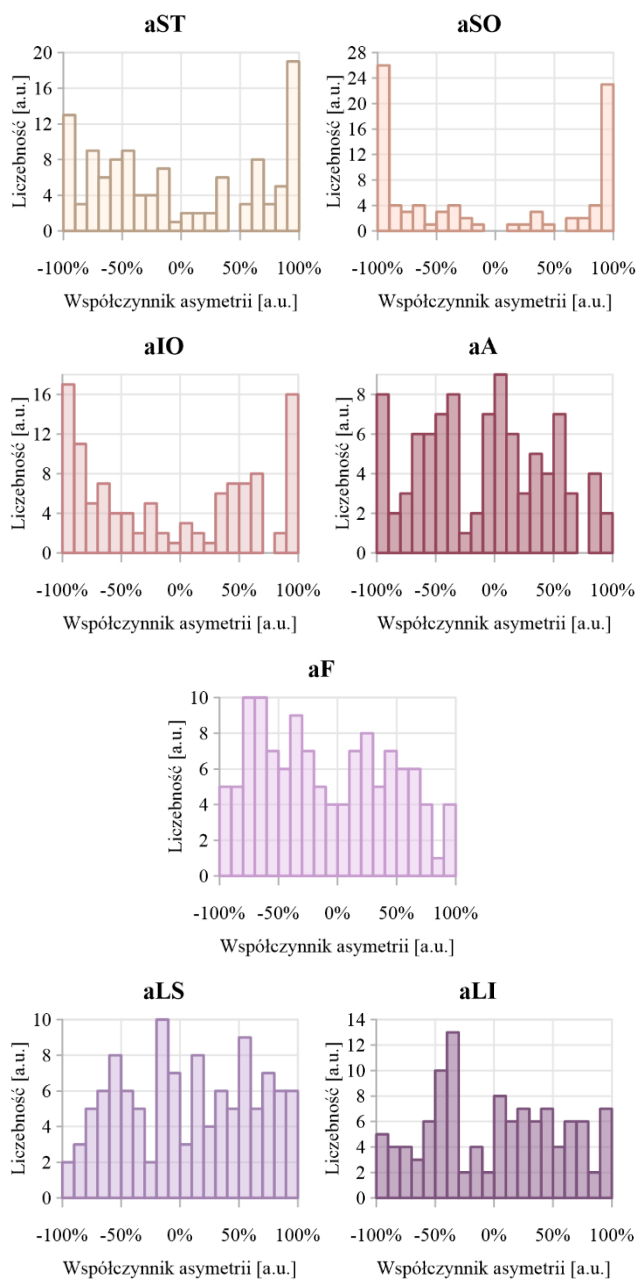
Dla wszystkich rozważanych tętnic, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów PSV osiąga wartość 70%. Największe wartości współczynnika asymetrii widoczne są dla aST, aA oraz obu tętnic wargowych, gdzie sięga on wartość 90%.

Dla żadnej z badanych tętnic nie uzyskano istotności statystycznej w testach prób zależnych.

Duży rozrzut wartości współczynnika asymetrii widoczny jest również w odchyleniu ćwiartkowym, które dla wszystkich tętnic przekracza 23%, a dla aLI osiąga wartość 39%.

Na Rycinie Nr45 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla EDV w kolejnych piętrach twarzy. Otrzymane wyniki dla porównania EDV po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr36.

### Rozkłady współczynnika asymetrii dla wartości EDV



Rycina 45. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy EDV po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów gdy większa wartość EDV obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują gdy większa wartość EDV obserwowana była po lewej stronie.

Tabela 36. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla EDV. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxona.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla wartości EDV				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
aST	<b><u>0,386</u></b>	0,210	-1,478	-19,22%	66,82%	0,463 (tW)
aSO	0,112	0,218	-1,760	-39,46%	96,13%	0,064 (tW)
aIO	<b><u>0,251</u></b>	0,134	-1,536	-18,04%	69,82%	0,212 (tW)
aA	<b><u>0,434</u></b>	0,115	-0,981	-3,51%	42,61%	0,155 (ttS)
aF	<b><u>0,194</u></b>	0,210	-1,166	-19,68%	45,07%	0,098 (ttS)
aLS	<b><u>0,320</u></b>	-0,043	-1,142	5,79%	51,41%	0,358 (tW)
aLI	<b><u>0,354</u></b>	0,043	-1,103	2,90%	46,09%	0,930 (tW)

Współczynnik korelacji Pearsona, świadczący o liniowej zależności pomiędzy stroną prawą i lewą, osiąga największą wartość dla aA równą 0,434. Natomiast najmniejsza liniowa zależność jest obserwowana dla aSO, współczynnik korelacji równy 0,112, dla którego wartość ta nie jest istotna statystycznie. Wartości współczynnika korelacji EDV dla każdej z badanych tętnic są niskie, co sugeruje asymetrię pomiędzy stronami twarzy w badanej zmiennej.

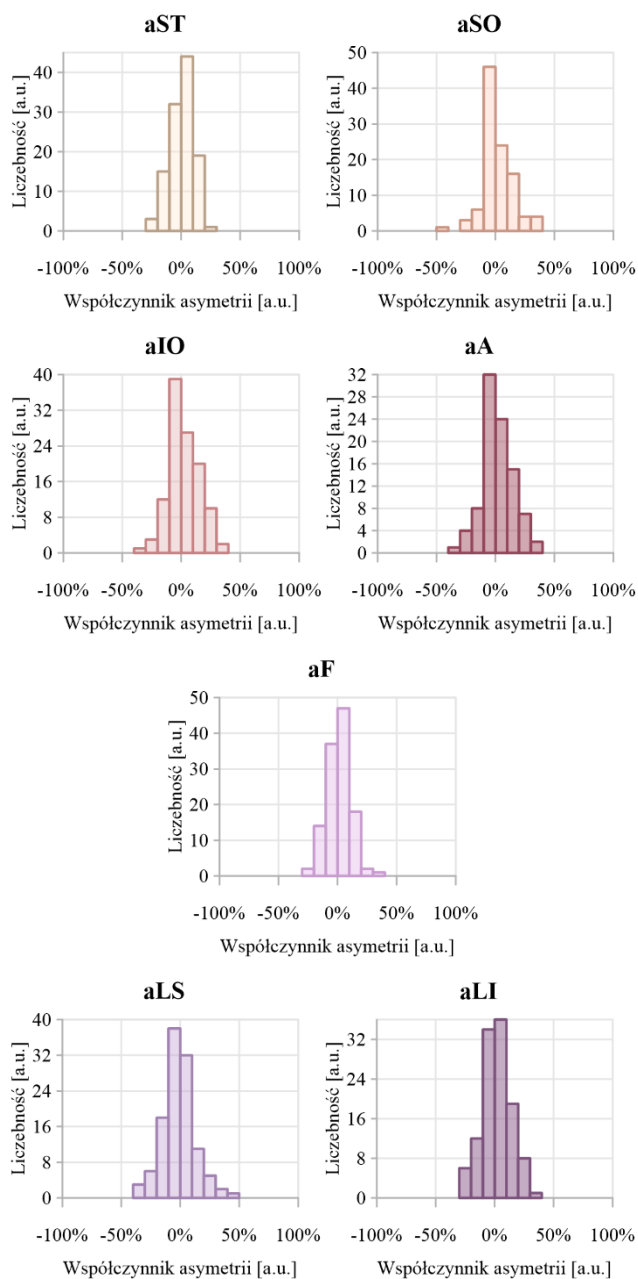
Dla wszystkich rozważanych tętnic, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów EDV osiąga wartość 90%.

Dla żadnej z badanych tętnic nie uzyskano istotności statystycznej w testach prób zależnych. Duży rozrzut wartości współczynnika asymetrii widoczny jest również w odchyleniu ćwiartkowym, które dla wszystkich tętnic przekracza 42%, a dla aSO osiąga wartość najwyższą równą 96,13%. Na wykresie rozkładu współczynnika asymetrii również można zaobserwować wspomniane duże odchylenie ćwiartkowe w postaci najliczniej występujących wartości <-90% (26 przypadków) i >90% (23 przypadki), co świadczy o antysymetrii.



Na Rycinie Nr46 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla RI w kolejnych piętrach twarzy. Otrzymane wyniki dla porównania RI po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr37.

### Rozkłady współczynnika asymetrii dla wartości RI



Rycina 46. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy RI po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów większa wartość RI obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy większa wartość RI obserwowana była po lewej stronie.

Tabela 37. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla RI. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcozona.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla wartości RI				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
aST	<b><u>0,531</u></b>	-0,327	-0,262	1,46%	6,80%	0,621 (ttS)
aSO	0,123	0,030	2,187	0,00%	4,88%	0,059 (tW)
aIO	<b><u>0,197</u></b>	0,069	0,168	0,45%	7,49%	<b><u>0,024 (ttS)</u></b>
aA	<b><u>0,520</u></b>	-0,003	0,401	0,77%	8,54%	0,160 (ttS)
aF	<b><u>0,462</u></b>	0,009	0,340	1,16%	4,93%	0,174 (ttS)
aLS	<b><u>0,405</u></b>	0,275	0,604	-1,48%	8,15%	0,530 (ttS)
aLI	<b><u>0,510</u></b>	-0,030	-0,201	1,30%	7,73%	0,249 (ttS)

Współczynnik korelacji Pearsona, świadczący o liniowej zależności pomiędzy stroną prawą i lewą, osiąga największą wartość dla aA równą 0,520. Natomiast najmniejsza liniowa zależność jest obserwowana dla aSO, współczynnik korelacji równy 0,123, dla którego wartość ta nie jest istotna statystycznie. Wartości współczynnika korelacji RI dla każdej z badanych tętnic są niskie, co sugeruje asymetrię pomiędzy stronami twarzy w badanej zmiennej.

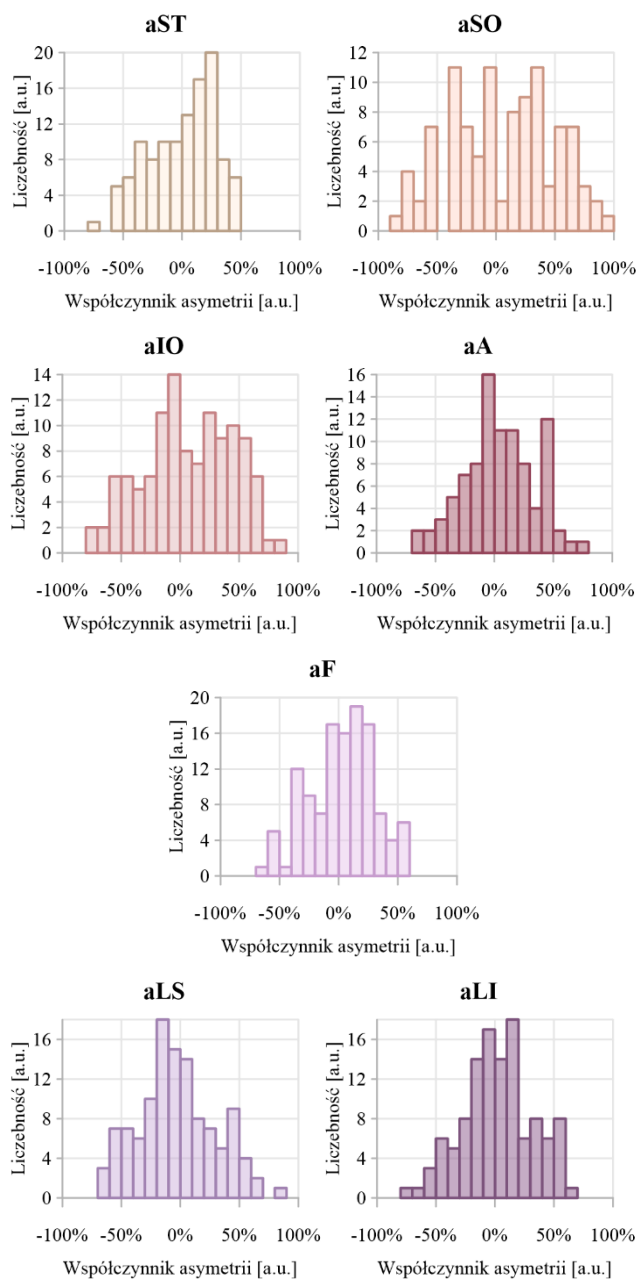
Dla wszystkich rozważanych tętnic, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów RI osiąga wartość 30%. Największe wartości współczynnika asymetrii widoczne są dla aSO, aIO, aA, aLS gdzie sięga on wartość 40-50%.

Dla jednej z badanych tętnic (aIO) uzyskano istotność statystyczną w testach prób zależnych. Rozkład ten jest skupiony dookoła 0 (kurtoza 0,168, mediana 0,45%) z dodatnią skośnością, co świadczy o symetrii pomiędzy stroną prawą i lewą z tendencją do dominacji strony prawej. Niska wartość odchylenia ćwiartkowego (7,49%) przemawia za symetrią RI w obu stronach twarzy.

Rozkłady wszystkich prezentowanych tętnic są skupione dookoła mediany – leptokurtyczne.

Na Rycinie Nr47 przedstawione zostały rozkłady wartości współczynnika asymetrii (w postaci histogramów) dla PI w kolejnych piętrach twarzy. Otrzymane wyniki dla porównania PI po prawej i lewej stronie twarzy zostały umieszczone w Tabeli Nr38.

### Rozkłady współczynnika asymetrii dla wartości PI



Rycina 47. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy PI po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów większa wartość PI obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy większa wartość PI obserwowana była po lewej stronie.

Tabela 38. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla PI. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(tS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon.

	1) Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.]	2) Statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii dla wartości PI				3) Istotność statystyczna testów dla prób zależnych [a.u.]
		Skośność [a.u.]	Kurtoza [a.u.]	Mediana [a.u.]	Odchylenie ćwiartkowe [a.u.]	
aST	<b><u>0,513</u></b>	-0,422	-0,680	4,11%	23,24%	0,833 (tW)
aSO	<b><u>0,202</u></b>	-0,107	-0,899	10,28%	33,66%	0,307 (tW)
aIO	<b><u>0,270</u></b>	-0,160	-0,792	7,72%	28,59%	0,062 (tW)
aA	<b><u>0,595</u></b>	-0,066	-0,413	3,58%	19,17%	0,100 (tW)
aF	<b><u>0,418</u></b>	-0,245	-0,474	3,42%	19,90%	0,179 (tW)
aLS	<b><u>0,330</u></b>	0,249	-0,446	-6,16%	21,00%	0,317 (tW)
aLI	<b><u>0,390</u></b>	-0,114	-0,291	0,52%	17,93%	0,486 (tW)

Współczynnik korelacji Pearsona, świadczący o liniowej zależności pomiędzy stroną prawa i lewą, osiąga największą wartość dla aA równą 0,595. Natomiast najmniejsza liniowa zależność jest obserwowana dla aSO, współczynnik korelacji równy 0,202. Dla każdego współczynnika korelacji osiągnięto wartość istotną statystycznie. Wartości współczynnika korelacji RI badanych tętnic są niskie, co sugeruje asymetrię pomiędzy stronami twarzy w badanej zmiennej.

Dla wszystkich rozważanych tętnic, współczynnik asymetrii dokonanych pomiarów PI osiąga wartość 50%. Największe wartości współczynnika asymetrii widoczne są dla aSO, aIO, aLS gdzie sięga on wartość 90%.

Dla żadnej z badanych tętnic nie uzyskano istotności statystycznej w testach prób zależnych. Duży rozrzut wartości współczynnika asymetrii widoczny jest również w odchyleniu ćwiartkowym, które dla wszystkich tętnic przekracza 17%, a dla aSO osiąga wartość najwyższą równą 33,66%.

#### 4.5. Badania wieloczynnikowe

W celu zbadania związków pomiędzy wszystkimi rozważanymi zmiennymi niezależnymi (wiekiem, BMI, płcią i stroną twarzy), a parametrami USG twarzy, wykorzystane zostały ogólne modele regresji. Do każdego z parametrów USG twarzy (zmienna zależna/objaśniana) dopasowany został ogólny model liniowy uwzględniający wszystkie zmienne niezależne/objaśniające. Zastosowany został algorytm eliminacji wstecz, więc z modelu były kolejno usuwane zmienne nieistotne statystycznie (kryterium usuwania  $p > 0.05$ ). Kolejność usuwania zmiennych opisano w tabelach cyframi arabskimi w nawiasach. Dla otrzymanych modeli wyznaczony został skorygowany współczynnik  $R^2$  pozwalający na ocenę dobroci dopasowania modelu. Sprawdzone zostały również założenia normalności rozkładu reszt i jednorodności wariancji reszt oraz wyznaczono statystykę F i odpowiadającą jej istotność statystyczną. W przypadku związków nieistotnych statystycznie, usunięciu wszystkich zmiennych z modelu lub braku spełnienia założeń zastosowano kolor szary, natomiast w przypadkach, gdy osiągnięto model istotny statystycznie ze spełnionymi założeniami, zaznaczono je kolorem czarnym, dla lepszej przejrzystości tabeli.

W Tabeli Nr39 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla grubości mięśni.

Tabela 39. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do grubości badanych mięśni twarzy. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

GRUBOŚĆ	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
mOF	⊗	⊗	BMI + Płeć (1) + Strona (2) + Wiek (3) $0,025 \cdot \text{BMI} + 0,485$	0,031	<u>0,004</u>
mP	⊗	⊗	BMI (3) + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $0,091 \cdot \text{Płeć}[M] + 1,396$	0,046	<u>0,001</u>
mCS			BMI (1) + Płeć (4) + Strona (2) + Wiek (3) $2,749$	0,000	-
mOOcSO	⊗	⊗	BMI (3) + Płeć + Strona (1) + Wiek (2) $0,065 \cdot \text{Płeć}[M] + 1,176$	0,035	<u>0,003</u>
mOOcSP	⊗	⊗	BMI (2) + Płeć + Strona (3) + Wiek (1) $0,053 \cdot \text{Płeć}[M] + 0,981$	0,022	<u>0,016</u>
mOOcIO			BMI (1) + Płeć (4) + Strona (3) + Wiek (2) $1,610$	0,000	-
mOOcIP	⊗	⊗	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1) $0,023 \cdot \text{BMI} + 1,048$	0,033	<u>0,008</u>
mLAO	⊗	⊗	BMI + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $0,025 \cdot \text{BMI} + 0,089 \cdot \text{Płeć}[M] + 1,614$	0,071	<u>&lt;,001</u>
mLLS	⊗	⊗	BMI (3) + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $0,157 \cdot \text{Płeć}[M] + 1,861$	0,090	<u>&lt;,001</u>
mZM	⊗	⊗	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1) $0,029 \cdot \text{BMI} + 2,370$	0,047	<u>0,001</u>
mOOrSP	⊗	⊗	BMI (1) + Płeć + Wiek (2) $0,148 \cdot \text{Płeć}[M] + 2,087$	0,050	<u>0,009</u>
mOOrSM	⊗	⊗	BMI (2) + Płeć + Wiek (1) $0,135 \cdot \text{Płeć}[M] + 2,018$	0,056	<u>0,006</u>
mOOrIP			BMI (3) + Płeć (2) + Wiek (1) $2,127$	0,000	-
mOOrIM	⊗	⊗	BMI (1) + Płeć + Wiek (2) $0,154 \cdot \text{Płeć}[M] + 1,969$	0,066	<u>0,003</u>
mDAO	⊗	⊗	BMI + Płeć + Strona + Wiek (1) $0,043 \cdot \text{BMI} + 0,207 \cdot \text{Płeć}[M] - 0,075 \cdot \text{Strona}[L] + 2,321$	0,173	<u>&lt;,001</u>
mDLI			BMI (4) + Płeć (1) + Strona (2) + Wiek (3) $1,761$	0,000	-
mM	⊗	⊗	BMI (2) + Płeć + Strona (1) + Wiek (3) $0,176 \cdot \text{Płeć}[M] + 3,134$	0,039	<u>0,001</u>

Ogólne modele regresji, istotne statystycznie i ze spełnionymi założeniami, zostały dopasowane dla grubości mięśni dźwigacza i obniżacza kąta ust (mLAO i mDAO) oraz dla grubości mięśnia jarzmowego większego (mZM). W każdym z tych modeli BMI jest wykorzystywane jako zmienna objaśniająca/predykcyjna.

W przypadku mięśni mLAO i mDAO, w modelu uwzględniona została również płeć i w obu tych przypadkach u mężczyzn obserwowano większe wartości grubości tych mięśni niż u kobiet (są to mięśnie grubsze u mężczyzn niż u kobiet średnio o 0,178mm (2·0,089) i 0,414mm (2·0,207) odpowiednio dla mLAO i dla mDAO).

W modelu dla grubości mDAO pozostawiona została również strona twarzy jako zmienna objaśniająca, wyznaczony dla niej współczynnik (-0,075) świadczy o tym, że grubsze mięśnie mDAO w badanej grupie osób występowały po prawej stronie twarzy.

W Tabeli Nr40 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla odległości mięśni od naskórka.

Tabela 40. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do odległości badanych mięśni twarzy od naskórka. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

ODLEGŁOŚĆ OD NASKÓRKA	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
mOF	☑	☑	BMI + Płeć (1) + Strona + Wiek (2) $0,058 \cdot \text{BMI} - 0,159 \cdot \text{Strona[L]} + 1,796$	0,089	<u>&lt;,001</u>
mP	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona (1) + Wiek (3) $0,033 \cdot \text{BMI} + 2,259$	0,032	<u>0,006</u>
mCS	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona (3) + Wiek (1) $0,036 \cdot \text{BMI} + 2,987$	0,037	<u>0,002</u>
mOOcSO			BMI (1) + Płeć (4) + Strona (3) + Wiek (2) $1,876$	0,000	-
mOOcSP	☒	☒	BMI (2) + Płeć (3) + Strona + Wiek (1) $-0,055 \cdot \text{Strona[L]} + 1,113$	0,029	<u>0,007</u>
mOOcIO	☒	☑	BMI + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $0,019 \cdot \text{BMI} + 0,146 \cdot \text{Płeć[M]} + 1,358$	0,089	<u>&lt;,001</u>
mOOcIP			BMI (3) + Płeć (2) + Strona (1) + Wiek (4) $1,674$	0,000	-
mLAO	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona (3) + Wiek (1) $0,144 \cdot \text{BMI} + 4,096$	0,153	<u>&lt;,001</u>
mLLS	☑	☑	BMI + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $0,135 \cdot \text{BMI} - 0,199 \cdot \text{Płeć[M]} + 2,263$	0,199	<u>&lt;,001</u>
mZM	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona + Wiek (1) $0,102 \cdot \text{BMI} - 0,224 \cdot \text{Strona[L]} + 4,603$	0,153	<u>&lt;,001</u>
mOOrSP	☑	☑	BMI + Płeć + Wiek (1) $0,049 \cdot \text{BMI} + 0,379 \cdot \text{Płeć[M]} + 3,335$	0,188	<u>&lt;,001</u>
mOOrSM	☑	☒	BMI (1) + Płeć + Wiek (2) $0,084 \cdot \text{Płeć[M]} + 1,305$	0,058	<u>0,005</u>
mOOrIP			BMI (2) + Płeć (3) + Wiek (1) $4,262$	0,000	-
mOOrIM			BMI (3) + Płeć (1) + Wiek (2) $1,167$	0,000	-
mDAO	☒	☑	BMI + Płeć (1) + Strona (2) + Wiek (3) $0,051 \cdot \text{BMI} + 1,770$	0,048	<u>0,001</u>
mDLI	☑	☑	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1) $0,128 \cdot \text{BMI} + 3,265$	0,141	<u>&lt;,001</u>
mM	☑	☑	BMI + Płeć + Strona + Wiek (1) $0,103 \cdot \text{BMI} + 0,160 \cdot \text{Płeć[M]} - 0,126 \cdot \text{Strona[L]} + 3,257$	0,191	<u>&lt;,001</u>



Ogólne modele regresji, istotne statystycznie i ze spełnionymi założeniami, zostały dopasowane dla odległości od naskórka mięśni górnego piętra twarzy (mOF, mP, mCS), piętra środkowego wraz z częścią obwodową górnej części mięśnia okrężnego ust (mLAO, mLLS, mZM, mOOrSP) oraz dwóch mięśni dolnego piętra twarzy (mDLI, mM). W każdym z tych modeli BMI jest wykorzystywane jako zmienna objaśniająca/predykcyjna.

W przypadku mięśni mLLS, mOOrSP, mM w modelu uwzględniona została również płeć. W przypadku mLLS u kobiet obserwowano większe wartości odległości od naskórka tych mięśni niż u mężczyzn (mięśnie te leżą głębiej u kobiet niż u mężczyzn średnio o 0,398mm (2·(-0,199))). W pozostałych dwóch przypadkach u mężczyzn obserwowano większe wartości odległości od naskórka tych mięśni niż u kobiet (mięśnie te leżą głębiej u mężczyzn niż u kobiet średnio o 0,758mm (2·0,379); 0,32mm (2·0,16) odpowiednio dla mOOrSP; mM).

W modelu dla odległości od naskórka mOF, mZM, mM pozostawiona została również strona twarzy jako zmienna objaśniająca, wyznaczony dla niej współczynnik odpowiednio (-0,159; -0,224; -0,126) świadczy o tym, że mOF, mZM, mM w badanej grupie osób leżały głębiej po prawej stronie twarzy.

W Tabeli Nr41 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla średnicy tętnic.

Tabela 41. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do średnicy badanych tętnic twarzy. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

ŚREDNICA	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
aST			BMI (1) + Płeć (2) + Strona (4) + Wiek (3) 0,646	0,000	-
aSO			BMI (1) + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (4) 0,440	0,000	-
aIO	☑	☒	BMI (1) + Płeć + Strona (2) + Wiek (3) $0,070 \cdot \text{Płeć}[M] + 0,761$	0,038	<b><u>0,002</u></b>
aA	☑	☒	BMI (2) + Płeć + Strona (1) + Wiek (3) $0,094 \cdot \text{Płeć}[M] + 0,957$	0,069	<b><u>≤,001</u></b>
aF	☑	☑	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1) $0,022 \cdot \text{BMI} + 0,718$	0,053	<b><u>≤,001</u></b>
aLS	☑	☑	BMI + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $0,016 \cdot \text{BMI} + 0,056 \cdot \text{Płeć}[M] + 0,543$	0,072	<b><u>≤,001</u></b>
aLI			BMI (4) + Płeć (1) + Strona (3) + Wiek (2) 0,807	0,000	-

Ogólne modele regresji, istotne statystycznie i ze spełnionymi założeniami, zostały dopasowane dla średnicy aF, aLS. W każdym z tych modeli BMI jest wykorzystywane jako zmienna objaśniająca/predykcyjna.

W przypadku aLS w modelu uwzględniona została również płeć i w tym przypadku u mężczyzn obserwowano większe wartości średnicy tej tętnicy niż u kobiet (tętnica ta jest szersza u mężczyzn niż u kobiet średnio o 0,112mm (2·0,056)).

W Tabeli Nr42 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla odległości tętnic od naskórka.

Tabela 42. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do odległości badanych tętnic twarzy od naskórka. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

ODLEGŁOŚĆ OD NASKÓRKA	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
aST	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona + Wiek (1)	0,091	<u>&lt;,001</u>
			$0,045 \cdot \text{BMI} - 0,116 \cdot \text{Strona}[L] + 1,912$		
aSO	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona (3) + Wiek (1)	0,090	<u>&lt;,001</u>
			$0,087 \cdot \text{BMI} + 3,015$		
aIO	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona (3) + Wiek (1)	0,083	<u>&lt;,001</u>
			$0,114 \cdot \text{BMI} + 4,294$		
aA			BMI (1) + Płeć (4) + Strona (2) + Wiek (3)	0,000	-
			$4,026$		
aF	☑	☑	BMI + Płeć + Strona + Wiek (1)	0,340	<u>&lt;,001</u>
			$0,220 \cdot \text{BMI} - 0,418 \cdot \text{Płeć}[M] - 0,165 \cdot \text{Strona}[L]$		
aLS	☑	☑	BMI + Płeć + Strona (1) + Wiek (2)	0,064	<u>&lt;,001</u>
			$0,042 \cdot \text{BMI} + 0,238 \cdot \text{Płeć}[M] + 3,130$		
aLI	☑	☑	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1)	0,033	<u>0,003</u>
			$0,058 \cdot \text{BMI} + 2,453$		

Ogólne modele regresji, istotne statystycznie i ze spełnionymi założeniami, zostały dopasowane dla odległości od naskórka tętnic górnego piętra twarzy (aST, aSO, aIO), tętnicy twarzowej oraz obydwu tętnic wargowych. W każdym z tych modeli BMI jest wykorzystywane jako zmienna objaśniająca/predykcyjna.

W przypadku tętnicy twarzowej i aLS w modelu uwzględniona została również płeć. W przypadku aF u kobiet obserwowano większe wartości odległości od naskórka tej tętnicy niż u mężczyzn (tętnica ta leży głębiej u kobiet niż u mężczyzn średnio o 0,836mm ( $2 \cdot (-0,418)$ ). W przypadku aLS u mężczyzn obserwowano większe wartości odległości od naskórka aLS, niż u kobiet (tętnica ta leży głębiej u mężczyzn niż u kobiet średnio o 0,476mm ( $2 \cdot 0,238$ )).

W modelu dla odległości od naskórka aST oraz aF pozostawiona została również strona twarzy jako zmienna objaśniająca, wyznaczony dla niej współczynnik odpowiednio (-0,116; -0,165) świadczy o tym, że wymienione tętnice w badanej grupie osób leżały głębiej po prawej stronie twarzy.

W Tabeli Nr43 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla PSV.

Tabela 43. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do PSV. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

PSV	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
aST			BMI (3) + Płeć (1) + Strona (2) + Wiek (4) 19,206	0,000	-
aSO	⊗	⊗	BMI (2) + Płeć + Strona (1) + Wiek (3) $0,993 \cdot \text{Płeć}[M] + 11,709$	0,015	<b><u>0,039</u></b>
aIO	⊗	⊗	BMI (3) + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $1,945 \cdot \text{Płeć}[M] + 21,348$	0,022	<b><u>0,013</u></b>
aA	⊗	⊗	BMI (3) + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $3,661 \cdot \text{Płeć}[M] + 28,156$	0,054	<b><u>≤,001</u></b>
aF	⊗	⊗	BMI (2) + Płeć + Strona (3) + Wiek (1) $7,638 \cdot \text{Płeć}[M] + 63,579$	0,078	<b><u>≤,001</u></b>
aLS			BMI (4) + Płeć (3) + Strona (1) + Wiek (2) 30,875	0,000	-
aLI			BMI (2) + Płeć (1) + Strona (4) + Wiek (3) 23,186	0,000	-

Dla żadnej PSV badanych tętnic twarzy nie dopasowano ogólnych modeli regresji, istotnych statystycznie i ze spełnionymi założeniami.

W Tabeli Nr44 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla EDV.

Tabela 44. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do EDV. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

EDV	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
aST	⊗	⊗	BMI (3) + Płeć + Strona (1) + Wiek (2) $-0,591 \cdot \text{Płeć}[M] + 2,024$	0,029	<u><b>0,005</b></u>
aSO	⊗	☑	BMI + Płeć (1) + Strona (2) + Wiek (3) $0,035 \cdot \text{BMI}$	0,020	<u><b>0,037</b></u>
aIO	⊗	☑	BMI + Płeć (1) + Strona (3) + Wiek (2) $0,111 \cdot \text{BMI}$	0,027	<u><b>0,012</b></u>
aA	☑	☑	BMI + Płeć + Strona (1) + Wiek (2) $0,310 \cdot \text{BMI} + 0,986 \cdot \text{Płeć}[M]$	0,055	<u><b>0,002</b></u>
aF	☑	☑	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1) $0,396 \cdot \text{BMI}$	0,022	<u><b>0,019</b></u>
aLS	⊗	☑	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1) $0,274 \cdot \text{BMI}$	0,051	<u><b>&lt;,001</b></u>
aLI			BMI (3) + Płeć (2) + Strona (1) + Wiek (4) $4,981$	0,000	-

Ogólne modele regresji, istotne statystycznie i ze spełnionymi założeniami, zostały dopasowane dla EDV tętnicy twarzowej i kątowej. W każdym z tych modeli BMI jest wykorzystywane jako zmienna objaśniająca/predykcyjna.

W przypadku tętnicy twarzowej w modelu uwzględniona została również płeć. W przypadku aF u mężczyzn obserwowano większe wartości EDV w obrębie tej tętnicy niż u kobiet (EDV była wyższa u mężczyzn niż u kobiet średnio o 1,972 cm/s ( $2 \cdot 0,986$ )).

W Tabeli Nr45 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla RI.

Tabela 45. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do RI. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

RI	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
aST	☑	☑	BMI + Płeć + Strona (2) + Wiek (1) $-0,005 \cdot \text{BMI} + 0,030 \cdot \text{Płeć}[M] + 1,010$	0,071	<u>&lt;,001</u>
aSO	☒	☑	BMI + Płeć (2) + Strona (3) + Wiek (1) $-0,003 \cdot \text{BMI} + 1,018$	0,017	<u>0,033</u>
aIO	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona + Wiek (1) $-0,004 \cdot \text{BMI} + 0,013 \cdot \text{Strona}[L] + 0,974$	0,035	<u>0,006</u>
aA	☑	☑	BMI + Płeć (3) + Strona (1) + Wiek (2) $-0,007 \cdot \text{BMI} + 0,913$	0,044	<u>0,001</u>
aF	☑	☑	BMI + Płeć (2) + Strona (3) + Wiek (1) $-0,003 \cdot \text{BMI} + 0,923$	0,016	<u>0,027</u>
aLS	☑	☑	BMI + Płeć (3) + Strona (2) + Wiek (1) $-0,006 \cdot \text{BMI} + 0,943$	0,036	<u>0,002</u>
aLI			BMI (3) + Płeć (2) + Strona (4) + Wiek (1) 0,786	0,000	-

Ogólne modele regresji, istotne statystycznie i ze spełnionymi założeniami, zostały dopasowane dla RI prawie wszystkich tętnic z wyjątkiem aSO i aLI. W każdym z tych modeli BMI jest wykorzystywane jako zmienna objaśniająca/predykcyjna.

W przypadku aST w modelu uwzględniona została również płeć. U mężczyzn obserwowano większe wartości RI niż u kobiet (RI był większy u mężczyzn niż u kobiet średnio o 0,06 ( $2 \cdot 0,030$ )).

W modelu dla RI aIO pozostawiona została również strona twarzy jako zmienna objaśniająca, wyznaczony dla niej współczynnik odpowiednio 0,013 świadczy o tym, że RI w badanej grupie osób był większy po lewej stronie twarzy.

W Tabeli Nr46 przedstawione zostały wyniki dopasowanych ogólnych modeli regresji dla PI.

Tabela 46. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do PI. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1).

PI	Założenia		Kolejność eliminacji czynników (nr kroku) Równanie regresji	Skorygowany $R^2$ [a.u.]	Istotność statystyczna [a.u.]
	I	II			
aST	⊗	⊗	BMI (3) + Płeć + Strona (1) + Wiek (2)	0,049	<u>≤,001</u>
			$0,348 \cdot \text{Płeć}[M] + 3,112$		
aSO			BMI (4) + Płeć (3) + Strona (1) + Wiek (2)	0,000	-
			4,660		
aIO			BMI (4) + Płeć (1) + Strona (3) + Wiek (2)	0,000	-
			3,299		
aA	⊗	☑	BMI + Płeć (1) + Strona (2) + Wiek (3)	0,025	<u>0,012</u>
			$-0,039 \cdot \text{BMI} + 2,749$		
aF			BMI (4) + Płeć (3) + Strona (1) + Wiek (2)	0,000	-
			2,818		
aLS			BMI (4) + Płeć (3) + Strona (1) + Wiek (2)	0,000	-
			2,238		
aLI	⊗	⊗	BMI (2) + Płeć + Strona (1) + Wiek (3)	0,022	<u>0,013</u>
			$0,209 \cdot \text{Płeć}[M] + 2,171$		

Dla żadnego PI badanych tętnic twarzy nie dopasowano ogólnych modeli regresji, istotnych statystycznie i ze spełnionymi założeniami.

## 5. DYSKUSJA

### 5.1. Porównanie statystyk opisowych z doniesieniami w literaturze

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że dla żadnego z badanych parametrów USG twarzy i wieku nie występuje znaczna współzależność zarówno w analizie korelacji, jak i w badaniu wieloczynnikowym. Założenie o doborze grupy badanej w wieku 21-40 celem ustalenia normy populacyjnej zostało spełnione. W związku z powyższym, potwierdzono prawidłowy dobór próby osób badanych i tym samym potwierdzono zasadność budowania wniosków opartych na wynikach z dalszej analizy danych.

W Tabeli Nr47 przedstawiono zestawienie otrzymanych wyników średnich grubości mięśni i średniej odległości mięśni od naskórka, z danymi dostępnymi w literaturze.

Tabela 47. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym grubości mięśni i odległości mięśni od naskórka z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych.

	Grubość mięśni		Odległość mięśni od naskórka	
	Wyniki pracy [mm]	Przegląd literatury [mm]	Wyniki pracy [mm]	Przegląd literatury [mm]
mOF	1,06 ± 0,52	2,2 ± 0,5 [162] p: k: 2,88 ± 0,56 [163] p: m: 2,20 ± 1,00 [163] l: k: 2,86 ± 0,58 [163] l: m: 2,27 ± 0,95 [163] k: 2,88 ± 0,68 [124] m: 2,35 ± 0,79 [124]	3,12 ± 0,88	
mP	1,35 ± 0,33	1,1 ± 0,5 [164] 0,56 [107]	3,02 ± 0,66	3,8 ± 0,7 [164]
mCS	2,74 ± 0,67	p: 1,64 ± 0,39 [165] l: 1,6 ± 0,42 [165] 1,6 [166]	3,82 ± 0,66	
mOOcSO	1,14 ± 0,26	p: k: 0,76 ± 0,26 [163] p: m: 1,02 ± 0,16 [163] l: k: 0,72 ± 0,22 [163] l: m: 1,07 ± 0,17 [163] k: 0,84 ± 0,19 [124] m: 1,00 ± 0,25 [124]	1,88 ± 0,58	
mOOcSP	0,95 ± 0,25		1,10 ± 0,03	



mOOcIO	1,62 ± 0,37		1,69 ± 0,46	k: 2,5 ± 0,6 [167] m: 2,5 ± 0,5 [167]	
mOOcIP	1,56 ± 0,41		1,67 ± 0,41		
mLAO	2,14 ± 0,44		7,41 ± 1,34		
mLLS	1,77 ± 0,41	k: 3,41 ± 0,44 [168] m: 3,60 ± 0,49 [168] k: 3,32 ± 0,53 [169] m: 3,02 ± 0,55 [169] 1,3 ± 0,2 [170] 1,66 ± 0,28 [59] p: 1,26 ± 0,23 [171] l: 1,25 ± 0,19 [171] 1,6 [107]		5,49 ± 1,09	k: 5,2 ± 0,7 [167] m: 4,9 ± 0,8 [167]
mZM	3,03 ± 0,46	k: 3,33 ± 0,39 [168] m: 3,62 ± 0,38 [168] k: 6,08 ± 0,9 [169] m: 4,76 ± 0,86 [169] 2,5 [107] k: 6,87 ± 1,36 [124] m: 5,91 ± 1,38 [124]		6,92 ± 1,08	k: 7,2 ± 0,7 [167] m: 7,3 ± 0,8 [167]
mOOrSP	1,99 ± 0,41	p: 2,27 ± 0,41 [171] l: 2,12 ± 0,42 [171] k: 2,68 ± 0,61 [124] m: 2,82 ± 0,5 [124]		4,22 ± 0,85	
mOOrSM	1,93 ± 0,41	p: k: 3,40 ± 0,74 [163] p: m: 3,49 ± 0,79 [163] l: k: 3,55 ± 0,65 [163] l: m: 3,45 ± 0,90 [163] 2,5 ± 0,8 [15]		1,25 ± 0,25	
mOOrIP	2,13 ± 0,56	1,5 [107]		4,26 ± 1,03	
mOOrIM	1,87 ± 0,43	2,2 [107]		1,17 ± 0,41	
mDAO	3,15 ± 0,58	3,0 [107] k: 4,43 ± 1,08 [124] m: 4,96 ± 1,12 [124]		2,94 ± 0,85	
mDLI	1,75 ± 0,47	k: 4,88 ± 1,02 [124] m: 5,11 ± 1,31 [124]		6,09 ± 1,05	
mM	3,02 ± 0,69	3,0 [107] k: 5,88 ± 1,14 [124] m: 6,70 ± 1,72 [124]		5,48 ± 0,97	

Brzusiec czołowy mięśnia potyliczno-czołowego rozpoczyna się w skórze brwi i gładziny, następnie biegnąc ku górze, przechodzi w czepiec ścięgnisty. Fakt przyczepu początkowego jakim jest skóra, powoduje duże rozbieżności w kwestii pomiaru grubości mięśnia. Oprócz

cienkiego brzuśca, liczne włókna mięśniowe penetrują przez tkankę tłuszczową okolicy czoła. W badaniu dynamicznym, to znaczy przy skurczu i rozluźnieniu mOF widoczna jest praca samego brzuśca czołowego jak i praca włókien mięśniowych w obrębie wspomnianej tkanki tłuszczowej. W efekcie, w piśmiennictwie widoczne są rozbieżne sposoby oznaczenia brzuśca czołowego mOF. Jednym ze sposobów jest pomiar od dolnego brzegu mięśnia do warstwy podskórnej, pomiar ten obejmuje włókna mięśniowe wraz z tkanką tłuszczową. W ten sposób zostały zaprezentowane pomiary w publikacjach [124, 162, 163]. Inny sposób, zaprezentowany w niniejszej pracy, to pomiar głównej masy brzuśca, nie uwzględniający włókien w tkance tłuszczowej. Podobny obraz mOF prezentowali Wu i wsp., w pracy nie wyznaczano grubości mięśnia [71]. W niniejszej pracy zdecydowano o pomiarze w określony wyżej sposób z uwagi na założenie, że wraz ze wzrostem miary otyłości zwiększa się warstwa tkanki tłuszczowej, co uniemożliwiłoby analizę grubości mięśnia w zależności od innych zmiennych niż BMI. Na uwagę zasługuje fakt, że częstokroć wyodrębnienie granic mOF jest trudne, zwłaszcza u osób z nadwagą czy otyłych, co potwierdzają Alfen i wsp. i co również zauważono w tej pracy [107]. Ponadto badanie głowicami ultrasonograficznymi o częstotliwościach poniżej 15 MHz (jak w przypadku prac Volk i wsp.) dodatkowo utrudnia, czy wręcz uniemożliwia jednoznaczne wyróżnienie głównej masy mięśniowej brzuśca [124, 163]. Rozbieżności w średniej grubości mięśni widoczne w tabeli mogą wynikać z wyżej wspomnianych różnic.

Zauważono różnicę pomiędzy grubością mP w wynikach niniejszej pracy, a pracą Alfen i wsp. [107]. Możliwą przyczyną rozbieżnych wyników jest mała grupa osób badanych u wspomnianych autorów (12 ochotników). Dodatkowo autorzy wykonywali pomiary w rzucie gładziny czoła, a więc powyżej spodziewanej głównej masy mięśniowej m. podłużnego.

Przytoczone dane dotyczące grubości mCS pochodzą z prac na zwłokach i dotyczą pomiaru szerokości w przekroju czołowym, stąd różnica w otrzymanych wynikach. Wyniki prac na cadaverach wzięto pod uwagę, jako punkt odniesienia, przy często brakujących danych z pomiarów w USG.

W literaturze pojawia się kilka publikacji dotyczących grubości mLLS. Wyniki badań niniejszej pracy są porównywalne z większością przytoczonych publikacji. Różnice pomiędzy wynikami otrzymanymi w tej pracy, a autorami mogą wynikać z różnej lokalizacji pomiaru. Şatiroğlu i wsp. nie przedstawiają dokładnego obrazu USG, który był wzorcem do pomiarów [168]. McAlister i wsp. dokonują pomiaru niżej, bliżej bruzdy nosowo-wargowej, gdzie mięsień rozszerza się pierzasto, dążąc swoim przyczepem do skóry wspomnianej bruzdy [169].

Grubość mZM koreluje z doniesieniami z literatury. Różnice pomiędzy wynikami badań, a Volk i wsp. wynikają z innej lokalizacji pomiaru [124].

Widoczne są różnice pomiędzy wynikami grubości mOOrSM, a pracą "Quantitative ultrasonography of facial muscles in patients with chronic facial palsy" [163]. Autorzy prezentują sposób przyłożenia głowicy i jest on zgodny z tym wykonywanym przez Autorkę pracy. Jediną przyczyną różnic w pomiarach może być sposób samego pomiaru, który nie jest pokazany w publikacji. Prawidłowość wykonanych pomiarów potwierdza zgodność wyników z publikacją Musculature of the pars marginalis of the upper orbicularis oris muscle [15]. Pomimo, że przedstawione pomiary dotyczą przekrojów histopatologicznych. Zaprezentowany obraz i sposób pomiaru jest identyczny z pomiarem ultrasonograficznym niniejszej pracy.

Zaobserwowano znaczne różnice pomiędzy pomiarem grubości mDAO, mDLI, mM, a publikacją "Reference values for dynamic facial muscle ultrasonography in adults" [124]. Sposób pomiaru mDAO i mDLI koresponduje z tym wykonywanym przez Doktorantkę. Sposób pomiaru mM nieznacznie się różni, co jest najpewniej głównym powodem odmiennych danych. Różne wyniki mogą wynikać z odmiennej charakterystyki grupy, w cytowanej pracy osoby badane są w przedziale wiekowym 18-80 lat, niniejsza praca omawia wyniki zebrane wśród osób w wieku 21-40 lat. Ponadto grupa zawiera zdecydowanie większą liczbę mężczyzn. Natomiast grubość mDLI oraz mM otrzymane w badaniu bardzo ściśle korespondują z wynikami pracy "Quantitative facial muscle ultrasound: feasibility and reproducibility", gdzie pomiary zostały wykonane dokładnie w ten sam sposób jak w niniejszej pracy [107]. Biorąc pod uwagę wyniki mDAO, mDLI słuszne wydaje się powtórzenie badań na grupie o zbliżonej liczebności kobiet i mężczyzn w przedziale wiekowym 20-40 lat.

W Tabeli Nr48 przedstawiono zestawienie otrzymanych wyników średnich średnic naczyń i średniej odległości naczyń od naskórka, z danymi dostępnymi w literaturze.

Tabela 48. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym średnic naczyń i odległości naczyń od naskórka z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych.

	Średnica naczyń		Odległość naczyń od naskórka	
	Wyniki pracy [mm]	Przegląd literatury [mm]	Wyniki pracy [mm]	Przegląd literatury [mm]
aST	0,65 ± 0,26	p: 0,78 ± 0,17 [109] l: 0,77 ± 0,15 [109] 0,90 ± 0,02 [1]	2,95 ± 0,68	p: 3,28 ± 0,67 [109] l: 3,14 ± 0,50 [109] 3,34 ± 0,6 [1]
aSO	0,44 ± 0,26	p: 0,79 ± 0,25 [109] l: 0,78 ± 0,24 [109] 0,70 ± 0,2 [1]	5,02 ± 1,09	p: 6,36 ± 1,05 [109] l: 6,28 ± 1,33 [109] 3,54 ± 0,8 [1]
aIO	0,72 ± 0,27	1,1 ± 0,40 [172] 1,06 ± 0,24 [59]	6,95 ± 1,46	

aA	0,90 ± 0,28	p: 1,0 [172] l: 1,0 [172] 1,39 ± 0,36 [59]	4,02 ± 1,05	
aF	1,22 ± 0,33	p: 2,1 ± 0,61 [123] l: 2,2 ± 0,5 [123] 2,14 ± 0,28 [59]	5,28 ± 1,37	6,3 [173]
aLS	0,87 ± 0,28	p: 2,1 ± 0,61 [123] l: 1,3 ± 0,5 [123] k: 0,85 ± 0,22 [174] m: 0,87 ± 0,17 [174] 1-2 [170] 1 (0,3–1,6) [170] 1,6 [170] 1,3 [170] 1,1 ± 0,3 [170] 1,5 ± 0,5 [170] 1,63 ± 0,25 [59]	3,92 ± 0,99	k: 5,3 ± 1,1 [174] m: 5,9 ± 1,5 [174] 1–4 [170] 4,5 ± 0,8 [170]
aLI	0,80 ± 0,27	k: 0,79 ± 0,16 [174] m: 0,83 ± 0,16 [174] 1,3 ± 0,2 [170] 1,66 ± 0,28 [59]	3,80 ± 1,13	k: 4,9 ± 1,5 [174] m: 5,6 ± 1,4 [174] 2,42 ± 1,67 [170] 4,7 ± 1,0 [170]

Porównano wyniki niniejszej pracy z Shen i wsp., uzyskując podobne dane dotyczące średnicy aST oraz odległości od naskórka aST i aSO [109]. Różnica widoczna jest w średnicach aSO. Aczkolwiek w obecnym badaniu zaprezentowane wyniki sugerują, iż aST jest szersza i płycej położona w stosunku do aSO, a we wspomnianej pracy autorzy podają tę zależność jako istotną statystycznie. W porównaniu z pracą "Relationship Between Vertical Glabellar Lines and the Supratrochlear and Supraorbital Arteries" wyniki są zbieżne w aST, natomiast odmienne w aSO [1]. Średnica jest zbliżona do poprzednio cytowanej pracy, natomiast głębokość odbiega zarówno od zebranych wyników jak i wspomnianej publikacji. W przypadku aIO również uzyskano wartości mniejszych średnic w porównaniu z piśmiennictwem. Przy tętnicach <1 mm średnicy technika badania ma kluczowe znaczenie. Pomiar obarczony jest błędem pomiaru ze względu na włączoną opcję Color Doppler. Być może na widoczne różnice wpływają odmienne grupy badanych pod względem liczebności czy wieku.

Widoczne różnice w szerokości aF z cytowanymi publikacjami mogą wynikać z różnic w pomiarach. Tucunduva i wsp. prezentują obraz ultrasonograficzny t. twarzowej pochodzący z głowicy transwaginalnej, co nasuwa podejrzenie, że ich wyniki mogą nie być porównywalne z niniejszą pracą, ze względu na różny dobór głowic w obydwu badaniach [59]. Z kolei Zhao i wsp. mierzyli tętnicę w przekroju poprzecznym, a więc istnieje podejrzenie możliwości

skośnego pomiaru, co fałszywie zwiększałoby średnicę naczynia [123]. Jest to niewłaściwy sposób pomiaru szerokości naczynia.

Różnice w średnicy aLS, aLI dotyczą pracy, gdzie badania prowadzono na zwłokach [170]. Możliwe przyczyny różnic z autorami Tucunduva i wsp. oraz Zhao i wsp. zostały omówione akapit wyżej [59, 123]. Różnice dotyczące głębokości położenia z autorami pracy "Anatomy of the Superior and Inferior Labial Arteries Revised: An Ultrasound Investigation and Implication for Lip Volumization" wynikają z uśrednienia wyników z pomiarów głębokości tętnicy w trzech miejscach w obrębie wargi górnej, w niniejszej pracy pomiar wykonywano jedynie w środkowej części wargi [174].

W Tabeli Nr49 przedstawiono zestawienie otrzymanych wyników średnich PSV i EDV, z danymi dostępnymi w literaturze.

Tabela 49. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym PSV, EDV z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych.

	PSV		EDV	
	Wyniki pracy [cm/s]	Przegląd literatury [cm/s]	Wyniki pracy [cm/s]	Przegląd literatury [cm/s]
aST	19,55 ± 9,41	p: 16,33 ± 5,58 [109] l: 18,09 ± 5,93 [109]	2,39 ± 2,56	
aSO	17,13 ± 22,69	p: 11,20 ± 7,47 [109] l: 11,42 ± 6,30 [109]	0,81 ± 1,40	
aIO	21,78 ± 14,00	15,55 ± 13,06 [59]	2,55 ± 2,63	
aA	25,95 ± 12,29	20,73 ± 15,51 [59]	6,55 ± 4,73	
aF	58,99 ± 21,34	p: 23,6 ± 7,3 [123] l: 24,7 ± 7,7 [123] 45,31 ± 26,72 [59]	9,13 ± 6,43	p: 5,2 ± 2,6 [123] l: 5,1 ± 2,9 [123]
aLS	30,76 ± 17,35	p: 13,0 ± 6,1 [123] l: 12,9 ± 5,0 [123] 27,38 ± 21,38 [59]	6,17 ± 5,50	p: 3,7 ± 2,5 [123] l: 3,4 ± 2,0 [123]
aLI	23,56 ± 15,11	27,99 ± 20,85 [59]	4,99 ± 4,40	

Widoczne różnice w zakresie PSV aF w porównaniu z Zhao i wsp. mogą wynikać z ich metody pomiaru [123]. Jak wspomniano wcześniej autorzy, skanowali tętnicę jedynie w przekroju poprzecznym. Właściwe ustawienie kąta insonacji wzdłuż naczynia w przekroju podłużnym jest kluczowe dla otrzymania rzetelnych informacji co do PSV/EDV. Podobnie, można zakwestionować wyniki Tucunduva i wsp., którzy zbierali dane prędkości przepływu na podstawie pomiarów wykonanych przy obrazowaniu głowicą transwaginalną [59].

W Tabeli Nr50 przedstawiono zestawienie otrzymanych wyników średnich RI i PI, z danymi dostępnymi w literaturze.

Tabela 50. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym RI, PI z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych.

	RI		PI	
	Wyniki pracy	Przegląd literatury	Wyniki pracy	Przegląd literatury
aST	0,89 ± 0,10	p: 0,80 ± 0,07 [109] l: 0,79 ± 0,07 [109]	0,89 ± 1,12	
aSO	0,94 ± 0,10	p: 0,79 ± 0,06 [109] l: 0,82 ± 0,08 [109]	0,934 ± 11,78	
aIO	0,88 ± 0,10	0,75 ± 0,10 [59]	0,88 ± 1,97	
aA	0,76 ± 0,11	0,65 ± 0,10 [59]	0,76 ± 0,86	
aF	0,85 ± 0,08	p: 0,78 ± 0,08 [123] l: 0,8 ± 0,08 [123] 0,81 ± 0,05 [59]	0,85 ± 0,99	p: 2,34 ± 0,72 [123] l: 2,57 ± 0,99 [123]
aLS	0,81 ± 0,11	p: 0,73 ± 0,11 [123] l: 0,76 ± 0,08 [123] 0,72 ± 0,10 [59]	0,81 ± 0,94	p: 1,86 ± 0,88 [123] l: 1,92 ± 0,42 [123]
aLI	0,79 ± 0,11	0,77 ± 0,05 [59]	0,79 ± 1,01	

Zgodnie z piśmiennictwem, indeks oporu (RI), świadczący o oporze obwodowym, jest wykorzystywany w ocenie naczyń narządów mięszkowych. Indeks pulsacji (PI) oceniany jest w przypadkach, gdy możliwe jest odwrócenie kierunku przepływu, głównie w tętnicach kończyn dolnych [26]. Zalecenia dotyczące wykonywania badań USG duplex dopler tętnic szyjnych i kręgowych Polskiego Towarzystwa Chirurgii Naczyniowej, przypisują mniejsze znaczenie w ocenie RI, PI wspomnianych tętnic. Wartości prawidłowe dla tętnicy szyjnej wspólnej wynoszą: dla RI 0,55-0,8; dla PI 0,6-1,1 [110]. Zaprezentowane wyniki pracy dotyczące tętnic twarzy są zbliżone do norm wyznaczonych w głównym pniu, z którego omówione tętnice pochodzą. Wyznaczone wartości RI korespondują z przedstawioną literaturą. W porównaniu z Zhao i wsp., PI różnią się, ale jak pisano wyżej należy mieć duże zastrzeżenia do metodyki pracy [123]. Znaczenie wyznaczania RI i PI dla tętnic twarzy, może być cennym uzupełnieniem literatury. Wymagałoby oceny wspomnianych indeksów u osób ze zwężeniami czy niedrożnością opisanych tętnic oraz analizy statystycznej uwzględniających liczne zmienne mogące wpływać na omawiane indeksy. Rozważania te wykraczają poza zakres badań prawidłowej anatomii ultrasonograficznej twarzy. W związku z powyższym w niniejszej pracy ograniczono omawianie mechanizmów i zależności indeksów, jedynie do przedstawienia otrzymanych wyników.

## 5.2. Ocena związku pomiędzy zmiennymi zależnymi a BMI

W Tabeli Nr51 przedstawiono główne wnioski oceniające związek pomiędzy zmiennymi zależnymi i BMI.

*Tabela 51. Główne wnioski oceniające związek pomiędzy zmiennymi zależnymi a BMI.*

Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, rośnie odległość mięśni od naskórka, dotyczy to wszystkich mięśni z wyłączeniem mięśni okrężnych.
--

Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, odległość wszystkich tętnic od naskórka zwiększa się z wyjątkiem t. kątovej.
---

Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, rośnie grubość mięśnia podłużnego, mięśni środkowego piętra twarzy z wyłączeniem mięśni okrężnych oraz mięśni dolnego piętra twarzy z wyłączeniem mięśnia okrężnego ust oraz m. obniżacza wargi dolnej. Jest to korelacja słaba lub umiarkowana, co oznacza, że reprezentuje zmienność małej grupy osób. Zależności tej nie należy taktować jej jako reguły podczas ultrasonograficznej oceny mięśni twarzy. Aczkolwiek badania większej populacji mogłyby przedstawić tę zależność jako silną. Potwierdzają to wyniki prac innych autorów. Şatiroğlu i wsp. przedstawiają dodatnią korelację grubości mięśnia jarzmowego większego wraz z BMI [168]. Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, rośnie odległość mięśni od naskórka, dotyczy to wszystkich mięśni z wyłączeniem mięśni okrężnych. Jest to korelacja silna. U osób otyłych należy spodziewać się mięśni położonych głębiej. Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, zwiększa się średnica tętnic twarzowej, kątovej i wargowej górnej. Jest to korelacja słaba, reprezentuje zmienność małej grupy osób badanych. Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, odległość wszystkich tętnic od naskórka zwiększa się z wyjątkiem t. kątovej. Jest to korelacja umiarkowana lub silna. Podobne wyniki dotyczące aST i aSO otrzymali Shen i wsp. [109]. Dodatkowo autorzy piszą o wysokiej zmienności t. kątovej, co potwierdzałoby otrzymany wynik, że nie można udowodnić statystycznie zależności jej położenia od otyłości. Wyniki pracy przedstawiają zależności BMI od parametrów przepływu krwi PSV, EDV. Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, rośnie PSV w tętnicach kątovej i wargowej górnej. Wraz ze wzrostem BMI, jako miarą nadwagi/otyłości, rośnie EDV w tętnicach środkowego piętra twarzy oraz w tętnicy twarzowej. Związki te wykazują korelację słabą lub pomijalną. Na tej podstawie nie można uznać zależności jako reguły populacyjnej. Badania na większej grupie osób, mogłyby zwiększyć siłę korelacji.

Na podstawie zebranych danych, można założyć, iż obraz ultrasonograficzny u osób otyłych będzie różnił się od tych w normie BMI. Różnice dotyczące głębokości położenia danych struktur jest kluczowe przy planowaniu zabiegów z wykorzystaniem wypełniaczy tkankowych.

### 5.3. Porównanie badanych zmiennych w zależności od płci

W Tabeli Nr52 przedstawiono główne wnioski dotyczące porównania badanych zmiennych między płciami.

Tabela 52. Główne wnioski dotyczące porównania badanych zmiennych pomiędzy płciami.

Grubości mięśni okolicy czoła (mOF, mP), górnej części mięśnia okrężnego oka (mOOcSO, mOOcSP) mięśni unoszących wargę górną (mLAO, mLLS) a w rejonie bródki mDAO i mM, są większe u mężczyzn niż u kobiet. Składowe mięśnia okrężnego ust z wyjątkiem jego części obwodowej w obrębie wargi dolnej są grubsze u mężczyzn niż u kobiet.
Mięśnie budujące wargę górną, obniżacz wargi dolnej, bródkowy i jedna ze składowych mięśnia okrężnego oka (mOOcIO) położone są głębiej u mężczyzn niż u kobiet.
Tętnice środkowego piętra twarzy (aIO, Aa, aLS) są szersze u mężczyzn niż u kobiet.
Tętnice twarzowa jest szersza u mężczyzn niż u kobiet.
Gałęzie końcowe tętnicy twarzowej (aA, aLS, aLI) są głębiej położone u mężczyzn niż u kobiet.
Tętnica twarzowa położona jest głębiej u kobiet niż u mężczyzn.
Wyższe wartości prędkości szczytowo-skurczowej są obserwowane u mężczyzn niż u kobiet dla tętnic aIO, aA, aF.
Wyższe wartości prędkości końcowo-rozkurczowej są obserwowane u mężczyzn niż u kobiet dla tętnic aST, aA, aF.

Grubości mięśni okolicy czoła (mOF, mP), górnej części mięśnia okrężnego oka (mOOcSO, mOOcSP) mięśni unoszących wargę górną (mLAO, mLLS) a w rejonie bródki mDAO i mM, są większe u mężczyzn niż u kobiet. Składowe mięśnia okrężnego ust z wyjątkiem jego części obwodowej w obrębie wargi dolnej są grubsze u mężczyzn niż u kobiet. Podobne wyniki otrzymali Volk i wsp. dotyczące istotnie statystycznie grubszych mięśni okrężnych oka oraz mDLI i mM wśród mężczyzn niż u kobiet. Natomiast grubość mOF była u nich statycznie większa u kobiet niż u mężczyzn [124]. Powodem tego może być odmienny sposób pomiaru uwzględniający warstwę włókien w obrębie tkanki tłuszczowej, o czym pisano przy omówieniu



statystyk opisowych. Wśród pozostałych autorów przytaczanych podczas omówienia statystyk opisowych, różnice między płciami okazały się nieistotne statycznie. Mięśnie budujące wargę górną, obniżacz wargi dolnej, bródkowy i jedna ze składowych mięśni okrężnego oka (mOOcIO) położone są głębiej u mężczyzn niż u kobiet. Hormazabal-Peralta i wsp przedstawili wyniki istotne statystycznie dla m. okrężnego oka [167]. W ich pracy mięsień ten położony jest głębiej u kobiet. Na uwagę zasługuje fakt, że badali oni populację Koreańczyków, stąd może wynikać różnica w rozłożeniu poduszek tłuszczowych twarzy a tym samym głębokość mięśni. Tętnice środkowego piętra twarzy (aIO, aA, aLS) są szersze u mężczyzn niż u kobiet. Gałęzie końcowe tętnicy twarzowej (aA, aLS, aLI) są głębiej położone u mężczyzn niż u kobiet. Wyniki dotyczące szerokości i głębokości położenia aLS zależne od płci potwierdza Cotofana i wsp. [174].

Jedynie głębokość t. twarzowej okazała się mieć dodatnią korelację z płcią żeńską, co najpewniej wynika z faktu, że jest ona statystycznie węższa u kobiet niż u mężczyzn. Pomiary były przeprowadzone w miejscu, gdzie t. twarzowa zawija się na trzonie żuchwy. W związku z czym przy mniejszej średnicy naczynia odległość od powierzchni skóry zwiększa się.

Zauważalne różnice anatomiczne związane z dysmorfia płciową, mają swoje przełożenie na istotnie statystyczne różnice w budowie i położeniu struktur twarzy. Świadomość różnic płciowych jest cenna przy planowaniu zabiegów wolumetrii w rejonie twarzy.

#### 5.4. Porównanie badanych zmiennych w zależności od strony twarzy

W Tabeli Nr53 przedstawiono główne wnioski dotyczące porównania badanych zmiennych pomiędzy stronami twarzy.

*Tabela 53. Główne wnioski dotyczące porównania badanych zmiennych pomiędzy stronami twarzy.*

Asymetria w grubości mięśni dotyczy wszystkich rozważanych mięśni.
Asymetria w odległości od naskórka dotyczy wszystkich badanych mięśni.
Obserwowana jest asymetria dotycząca średnicy wszystkich badanych tętnic.
Asymetria odległości tętnicy od naskórka dotyczy wszystkich badanych naczyń.
Zaobserwowano znaczne różnice w wartościach PSV oraz EDV, we wszystkich badanych tętnicach, pomiędzy stronami twarzy.

Asymetria w grubości mięśni pomiędzy stroną prawą i lewą twarzy dotyczy wszystkich rozważanych mięśni. Różnice w grubości mięśni - mOF, mP, mCS, mOOcSO, mOOcSP,

mOOcIO, mOOcIP, mLLS, mDLI dochodzą do 50%, co oznacza że u tych osób jeden z mięśni jest o 50% grubszy od mięśnia jednoimiennego po drugiej stronie. Obserwacje dotyczące asymetrii mCS potwierdza Pinar i wsp., w ich pracy całkowita asymetria w grubości mCS występowała u 45% badanych, częściowa symetria u 25% osób [165].

Największą asymetrią grubości cechuje mOOcSP, na podstawie wykresu rozkładu współczynnika asymetrii, widoczne jest przesunięcie większych grubości po stronie prawej twarzy, ale test prób niezależnych nie potwierdza dominacji strony prawej. Obserwacja ta wymaga próby na większej liczbie ochotników. Dla mDAO na podstawie testów dla prób zależnych ustalono, iż dominuje strona prawa. Najmniejszą asymetrią grubości cechuje się m. bródkowy.

Asymetria w odległości od naskórka dotyczy wszystkich badanych mięśni. Różnice odległości między jednoimiennymi mięśniami osiągają wartość co najmniej 30%. Dla mięśni okrężnych oka różnice odległości między mięśniami sięgają 50-70%. Dla przykładu oznacza to, że mOOcSP jest po jednej ze stron położony o 70% głębiej niż po stronie przeciwległej. Istotnie statystycznie głębiej położone są mOF po stronie prawej, mCS po stronie lewej, mOOcSP po stronie prawej, mZM po stronie prawej, mM po stronie prawej. Najmniejszą asymetrią odległości od naskórka cechują się mP, mLLS oraz mM.

M. bródkowy cechuje największa symetria spośród badanych mięśni. Na wykresie rozkładu współczynnika asymetrii widoczny jest rozkład skupiony wokół mediany z niewielkim odchyleniem ćwiartkowym. Zdecydowana większość przypadków ma współczynnik asymetrii sięgający 20%. Jednocześnie test prób zależnych potwierdza istotną statystycznie dominację prawej strony twarzy. Oznacza to, że pomiędzy stronami występuje niewielka asymetria (wniosek na podstawie odchylenia ćwiartkowego) z obserwowanym częstszym głębszym położeniem mM po stronie prawej (wniosek na podstawie prób zależnych).

Obserwowana jest asymetria dotycząca średnicy wszystkich badanych tętnic. Ujemne wartości współczynnika Pearsona mówią, o tym że wraz ze wzrostem średnicy tętnicy po jednej stronie twarzy, obserwowany jest spadek średnicy tętnicy po stronie przeciwnej. Dotyczy to aST, aF, aLI. Na wykresach rozkładu współczynnika asymetrii widoczny jest szeroki rozrzut wartości. Świadczy to o znacznej asymetrii wśród badanych tętnic. Jednocześnie bez możliwości wyznaczenia, która ze stron jest dominująca. W praktyce klinicznej należy spodziewać się, że jedna ze stron będzie dominować nad drugą, ale nie można założyć, która to strona. Dominacja tętnicy jednej z tętnic po stronie prawej nie musi oznaczać, że u badanej osoby, wszystkie tętnice po stronie prawej będą szersze. Na podstawie rozkładu współczynnika asymetrii widoczna jest różnica średnicy we wszystkich badanych tętnicach

między jedną a drugą stroną ponad 90%. Co oznacza, że u niektórych zbadanych osób nie uwidoczono tętnicy jednoimiennej po stronie przeciwnej lub różnica między nimi sięgała 90-100%. Zjawisko to dotyczy przede wszystkim aSO.

Asymetria odległości tętnicy od naskórka dotyczy wszystkich badanych naczyń. Najmniejszą asymetrią cechuje się aF, aLI, aST. Największą asymetrię obserwujemy dla aA. Dla aA jest to korelacja ujemna, co oznacza, że im bardziej powierzchownie położona tętnica kąтова po jednej stronie, tym głębiej będzie położona po stronie przeciwnej. Największe różnice w rozkładzie współczynnika asymetrii widoczne są dla aSO i aIO.

Dla aST i aF uzyskano istotność statystyczną dla prób zależnych, co mówi o tym, że po stronie prawej należy spodziewać się tętnic położonych głębiej.

Tętnicę kątową cechuje znaczna zmienność pomiędzy stronami. Zarówno w średnicy jak i odległości od naskórka. Zdarza się, że aA nie jest znajdowana po stronie przeciwnej. Shen i wsp. wyróżniają cztery główne typy występowania aA: istniejące obustronnie, istniejące jedynie po prawej / po lewej stronie, obustronnie nieobecne [109]. W ich badaniu u 32,4% badanych obserwowano zarówno prawe jak i lewe aA; u 62,2% obserwowano t. kątową po prawej stronie; u 45,9% aA widoczna była po lewej stronie; u 24,3% pacjentów tętnice kątove były nieobecne.

Zaobserwowano znaczne różnice w wartościach PSV oraz EDV, we wszystkich badanych tętnicach, pomiędzy stronami twarzy. Rozrzut współczynnika asymetrii niekiedy sięga ponad 90%. Oznacza to, że oceniając tętnice twarzy pod względem patologii, nie należy kierować się asymetrią w prędkościach przepływu, ponieważ statystycznie jest ona zaznaczona. W przeprowadzonych badaniach nie uzyskano wyniku, która ze stron jest stroną dominującą, co oznacza, że jest to zmienne populacyjnie.

Opisane zjawisko asymetrii koresponduje z obserwacjami innych badaczy. Kleintjes i wsp. w pracy poświęconej anatomii naczyniowej czoła, podaje, że wśród 30 preparatów ze zwłok, nie uwidocznił ani jednej połowy czoła, która miała by ten sam układ naczyń, w stosunku do strony przeciwległej, u tej samej osoby [175].

Informacje dotyczące asymetrii między obydwoima połowami twarzy tej samej osoby, są cennym uzupełnieniem wiedzy badającego. Nie można założyć, że brak symetrii oznacza patologię. W ocenie powikłań pooperacyjnych czy po zabiegowych, należałoby kierować się obrazem sprzed ingerencji medycznej. Dlatego tak cenną rolę może odegrać ultrasonografia twarzy w planowaniu zabiegu oraz w późniejszej ocenie powikłań.

## 5.5. Wnioski z analizy wieloczynnikowej

W Tabeli Nr54 przedstawiono główne wnioski dotyczące analizy wieloczynnikowej.

Tabela 54. Główne wnioski dotyczące analizy wieloczynnikowej.

Najgrubsze mLAO można zaobserwować u grubszych mężczyzn.
Najgrubsze mZM można zaobserwować u grubszych osób.
Najgrubsze mDAO można zaobserwować u grubszych mężczyzn po prawej stronie.
Najgłębiej położony mOF, mZM można zaobserwować u grubszych osób po stronie prawej.
Najgłębiej położony mP, mCS, mLAO, mDAO można zaobserwować u grubszych osób.
Najgłębiej położony mLLS można zaobserwować u grubszych kobiet.
Najgłębiej położony mOOrSP można zaobserwować u grubszych mężczyzn.
Najgłębiej położony mM można zaobserwować u grubszych mężczyzn po stronie prawej.
Najszerze aF można zaobserwować u grubszych osób.
Najszerze aLS można zaobserwować u grubszych mężczyzn.
Najgłębiej położoną aST można zaobserwować u grubszych osób po prawej stronie.
Najgłębiej położoną aSO, aIO, aLI można zaobserwować u grubszych osób
Najgłębiej położoną aF można zaobserwować u grubszych kobiet po prawej stronie.
Najgłębiej położoną aLS można zaobserwować u grubszych mężczyzn.
Większe wartości EDV w aA można zaobserwować u grubszych mężczyzn
Większe wartości EDV w aF można zaobserwować u grubszych osób

Volk i wsp. autorzy przeprowadzili analizę wieloczynnikową zależności grubości mięśni od wieku, płci i wzrostu. W ich badaniu wiek i płeć miały istotny wpływ na grubość mDAO, płeć miała wpływ na grubość m. okrężnego oka [176]. W niniejszej pracy udowodniono wpływ BMI, płci i badanej strony na grubość mDAO, a w przypadku m. okrężnego oka nie dopasowano modelu. Różnice w otrzymanych wynikach mogą wynikać z doboru grupy badawczej. W przytoczonej pracy Volk i wsp. było 40 ochotników, w przedziale 18-95 lat.

Ultrasonograficzna ocena twarzy wymaga uwzględnienia wielu zmiennych, które mogą wpływać na odmienny obraz u badanych osób. Liczne zależności przedstawiono zarówno w analizach z 1 czynnikiem jak i w analizie wieloczynnikowej.

Ograniczeniem tej pracy, jakie należy wziąć pod uwagę, jest nierówny rozkład kobiet i mężczyzn. Kolejnym ograniczeniem jest liczebność badanej grupy, na podstawie której nie można użyć bardziej skomplikowanych analiz (nieliniowych) czy wyznaczyć siatek centylowych.

## 6. PODSUMOWANIE

W niniejszej pracy szczegółowo przedstawiono anatomię ultrasonograficzną twarzy, w zakresie mięśni mimicznych i tętnic środkowej części twarzy. Co stanowi dowód na to, że ultrasonograficzne badanie wysokich częstotliwości wraz z oceną dopplerowską twarzy, może być jedną z podstawowych metod obrazowych w kontekście planowania, przeprowadzania i monitorowania efektów pooperacyjnych czy pozabiegowych. Badanie ultrasonograficzne jest bezpieczne dla każdej grupy pacjentów.

Oceniłone mięśnie pod kątem grubości, odległości od naskórka, a w przypadku naczyń szerokość, odległość od naskórka, PSV, EDV, RI, PI są powtarzalne, o czym świadczy duża zgodność otrzymanych wyników z danymi dostępnymi w literaturze. Liczne braki wartości do porównania dają pole do dalszych badań, celem wystandaryzowania badania USG twarzy.

W pracy przedstawiono zależność badanych parametrów od BMI. Co skłania do wzięcia pod uwagę nadwagi czy otyłości pacjenta jako czynnika mogącego wpływać na przebieg śródoperacyjny. U osób z nadwagą należy spodziewać się mięśni i tętnic położonych głębiej.

Na uwagę zasługuje znaczna zmienność badanych struktur w zależności od płci. W celu głębszego poznania specyfiki anatomii ultrasonograficznej kobiet i mężczyzn konieczne jest przeprowadzenie badania na większej grupie, która będzie równoliczna pod względem obu płci.

Na podstawie przedstawionych wyników należy założyć, iż grubość mięśni, ich odległość od powierzchni skóry, szerokość naczyń, głębokość na jakiej występują oraz prędkości przepływu są większe u mężczyzn. Dokładna specyfikacja zależności znajduje się w rozdziale omawiającym wyniki pracy.

Otrzymane wyniki mówiące o asymetrii strony prawej i lewej, podnoszą wartość badania ultrasonograficznego twarzy, w każdym przypadku planowania zabiegów inwazyjnych. Regułą powinna być przedzabiegowa ocena anatomii twarzy. Jest to istotne również z punktu widzenia możliwych powikłań. Przy znacznej asymetrii strony operowanej od zdrowej, powikłania naczyniowe mogą być wyzwaniem w diagnostyce z uwagi na znaczną lateralizację naczyń, zarówno w zakresie szerokości, lokalizacji jak i prędkości przepływu. Znajomość wyjściowych wartości u danego pacjenta, umożliwiłaby miarodajne porównanie z wynikami otrzymywanymi po zabiegu.

Na podstawie analizy wieloczynnikowej przedstawiono spodziewane zależności od BMI, płci, strony twarzy. Zebranie większej grupy badawczej mogłoby przyczynić się do powstania siatek centylowych USG twarzy.

Dodatek

Dodatek A (wyniki współczynników korelacji)

Zależność parametrów USG od wieku

Otrzymane wyniki współczynników korelacji dla zależności pomiędzy wiekiem a parametrami USG przedstawiono w Tabelach Nr55- Nr58.

Tabela 55. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	Grubość	Odległość od naskórka	Grubość	Odległość od naskórka
mOF	0,090 (0,167)	-0,080 (0,216)	0,103 (0,112)	-0,103 (0,111)
mP	0,113 (0,105)	-0,050 (0,477)	0,080 (0,253)	-0,019 (0,782)
mCS	0,099 (0,126)	0,009 (0,892)	0,087 (0,178)	0,003 (0,965)
mOOcSO	-0,001 (0,985)	0,032 (0,626)	-0,020 (0,757)	0,059 (0,376)
mOOcSP	0,052 (0,445)	0,034 (0,614)	0,011 (0,875)	0,041 (0,543)
mOOcIO	0,077 (0,264)	0,023 (0,744)	0,065 (0,349)	0,015 (0,829)
mOOcIP	-0,015 (0,843)	-0,105 (0,161)	-0,042 (0,575)	-0,133 (0,073)
mLAO	0,031 (0,636)	0,038 (0,564)	0,022 (0,734)	0,063 (0,330)
mLLS	0,053 (0,420)	0,006 (0,921)	0,049 (0,453)	0,043 (0,513)
mZM	0,045 (0,491)	0,076 (0,248)	0,049 (0,454)	0,064 (0,331)
mOOrSP	-0,056 (0,550)	-0,002 (0,984)	-0,065 (0,489)	-0,002 (0,979)
mOOrSM	-0,036 (0,697)	0,069 (0,460)	-0,043 (0,640)	0,072 (0,439)
mOOrIP	0,120 (0,196)	0,046 (0,626)	0,102 (0,275)	0,002 (0,986)
mOOrIM	0,086 (0,353)	0,098 (0,291)	0,124 (0,180)	0,069 (0,456)
mDAO	<b><u>0,141 (0,036)</u></b>	-0,032 (0,632)	0,125 (0,063)	-0,026 (0,698)
mDLI	0,116 (0,175)	-0,082 (0,338)	0,097 (0,258)	-0,041 (0,635)
mM	0,118 (0,067)	0,011 (0,862)	0,099 (0,126)	-0,002 (0,974)

Tabela 56. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	Średnica	Odległość od naskórka	Średnica	Odległość od naskórka
<b>aST</b>	0,062 (0,339)	0,079 (0,224)	0,086 (0,183)	0,101 (0,122)
<b>aSO</b>	0,081 (0,238)	0,063 (0,363)	0,113 (0,099)	0,079 (0,256)
<b>aIO</b>	0,086 (0,193)	0,075 (0,255)	0,062 (0,345)	0,072 (0,275)
<b>aA</b>	0,067 (0,332)	0,039 (0,572)	0,039 (0,570)	0,020 (0,773)
<b>aF</b>	0,024 (0,713)	0,087 (0,176)	0,017 (0,793)	0,095 (0,136)
<b>aLS</b>	-0,017 (0,798)	0,100 (0,123)	-0,018 (0,786)	0,096 (0,137)
<b>aLI</b>	0,055 (0,395)	0,015 (0,819)	0,052 (0,427)	0,015 (0,821)

Tabela 57. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a PSV i EDV. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	PSV	EDV	PSV	EDV
<b>aST</b>	-0,082 (0,209)	-0,034 (0,598)	-0,097 (0,136)	-0,023 (0,730)
<b>aSO</b>	-0,014 (0,836)	0,025 (0,711)	-0,117 (0,096)	-0,016 (0,820)
<b>aIO</b>	0,098 (0,132)	0,089 (0,173)	0,044 (0,503)	0,068 (0,298)
<b>aA</b>	0,019 (0,779)	0,091 (0,184)	0,013 (0,846)	0,066 (0,341)
<b>aF</b>	-0,030 (0,635)	0,015 (0,810)	-0,018 (0,781)	0,014 (0,822)
<b>aLS</b>	0,039 (0,549)	0,094 (0,149)	0,030 (0,644)	0,066 (0,309)
<b>aLI</b>	-0,037 (0,568)	0,002 (0,976)	-0,063 (0,330)	-0,071 (0,276)

Tabela 58. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a RI i PI. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	RI	PI	RI	PI
aST	-0,021 (0,743)	-0,017 (0,799)	-0,056 (0,388)	-0,005 (0,937)
aSO	-0,040 (0,559)	-0,040 (0,559)	-0,034 (0,620)	-0,011 (0,879)
aIO	-0,045 (0,492)	-0,053 (0,413)	-0,033 (0,612)	-0,055 (0,398)
aA	-0,113 (0,101)	-0,110 (0,110)	-0,096 (0,164)	-0,110 (0,108)
aF	-0,033 (0,607)	-0,050 (0,433)	-0,025 (0,696)	-0,061 (0,345)
aLS	-0,037 (0,567)	-0,057 (0,382)	-0,024 (0,717)	-0,069 (0,285)
aLI	-0,019 (0,775)	-0,027 (0,676)	-0,063 (0,331)	-0,020 (0,760)

#### Zależność parametrów USG od BMI

Otrzymane wyniki współczynników korelacji dla zależności pomiędzy BMI a parametrami USG przedstawiono w Tabelach Nr59- Nr62.

Tabela 59. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy BMI a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	Grubość	Odległość od naskórka	Grubość	Odległość od naskórka
mOF	0,111 (0,090)	<b><u>0,273 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,189 (0,004)</u></b>	<b><u>0,252 (&lt;,001)</u></b>
mP	<b><u>0,156 (0,025)</u></b>	<b><u>0,174 (0,013)</u></b>	0,129 (0,064)	<b><u>0,191 (0,006)</u></b>
mCS	0,035 (0,588)	<b><u>0,198 (0,002)</u></b>	0,039 (0,545)	<b><u>0,203 (0,002)</u></b>
mOOcSO	0,009 (0,891)	0,025 (0,708)	-0,016 (0,805)	0,040 (0,545)
mOOcSP	0,088 (0,192)	-0,017 (0,802)	0,044 (0,515)	-0,056 (0,410)
mOOcIO	0,051 (0,460)	<b><u>0,228 (0,001)</u></b>	0,076 (0,277)	<b><u>0,208 (0,003)</u></b>
mOOcIP	<b><u>0,160 (0,031)</u></b>	0,077 (0,306)	<b><u>0,197 (0,008)</u></b>	0,102 (0,175)



<b>mLAO</b>	<b><u>0,299 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,340 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,233 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,396 (&lt;,001)</u></b>
<b>mLLS</b>	<b><u>0,170 (0,009)</u></b>	<b><u>0,356 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,142 (0,029)</u></b>	<b><u>0,429 (&lt;,001)</u></b>
<b>mZM</b>	<b><u>0,229 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,303 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,226 (0,001)</u></b>	<b><u>0,344 (&lt;,001)</u></b>
<b>mOOrSP</b>	-0,043 (0,646)	<b><u>0,300 (0,001)</u></b>	-0,021 (0,826)	<b><u>0,283 (0,002)</u></b>
<b>mOOrSM</b>	0,120 (0,197)	0,108 (0,243)	0,132 (0,155)	0,074 (0,428)
<b>mOOrIP</b>	-0,170 (0,066)	0,028 (0,761)	-0,145 (0,119)	-0,026 (0,779)
<b>mOOrIM</b>	0,081 (0,382)	0,122 (0,190)	0,043 (0,644)	0,077 (0,409)
<b>mDAO</b>	<b><u>0,308 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,262 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,312 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,229 (0,001)</u></b>
<b>mDLI</b>	0,066 (0,444)	<b><u>0,364 (&lt;,001)</u></b>	0,133 (0,120)	<b><u>0,384 (&lt;,001)</u></b>
<b>mM</b>	<b><u>0,192 (0,003)</u></b>	<b><u>0,437 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,140 (0,030)</u></b>	<b><u>0,412 (&lt;,001)</u></b>

Tabela 60. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczonych dla zależności pomiędzy BMI a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	Średnica	Odległość od naskórka	Średnica	Odległość od naskórka
<b>aST</b>	0,022 (0,732)	<b><u>0,304 (&lt;,001)</u></b>	0,040 (0,542)	<b><u>0,257 (&lt;,001)</u></b>
<b>aSO</b>	0,010 (0,884)	<b><u>0,295 (&lt;,001)</u></b>	0,034 (0,620)	<b><u>0,307 (&lt;,001)</u></b>
<b>aIO</b>	0,013 (0,842)	<b><u>0,346 (&lt;,001)</u></b>	0,012 (0,851)	<b><u>0,295 (&lt;,001)</u></b>
<b>aA</b>	<b><u>0,145 (0,034)</u></b>	0,100 (0,145)	0,087 (0,206)	0,041 (0,552)
<b>aF</b>	<b><u>0,228 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,422 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,238 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,525 (&lt;,001)</u></b>
<b>aLS</b>	<b><u>0,240 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,238 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,236 (&lt;,001)</u></b>	<b><u>0,195 (0,003)</u></b>
<b>aLI</b>	0,083 (0,205)	<b><u>0,176 (0,007)</u></b>	0,067 (0,308)	<b><u>0,193 (0,003)</u></b>

Tabela 61. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy BMI a PSV i EDV. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	PSV	EDV	PSV	EDV
aST	-0,008 (0,904)	0,092 (0,160)	-0,072 (0,276)	0,070 (0,283)
aSO	0,037 (0,586)	0,043 (0,535)	0,055 (0,436)	<b><u>0,153 (0,025)</u></b>
aIO	0,111 (0,090)	<b><u>0,155 (0,017)</u></b>	0,098 (0,137)	<b><u>0,163 (0,012)</u></b>
aA	<b><u>0,147 (0,032)</u></b>	<b><u>0,203 (0,003)</u></b>	0,085 (0,221)	<b><u>0,178 (0,010)</u></b>
aF	0,120 (0,061)	<b><u>0,137 (0,033)</u></b>	0,103 (0,107)	<b><u>0,163 (0,011)</u></b>
aLS	<b><u>0,133 (0,041)</u></b>	<b><u>0,202 (0,002)</u></b>	0,120 (0,064)	<b><u>0,230 (&lt;,001)</u></b>
aLI	0,041 (0,528)	0,014 (0,831)	0,055 (0,397)	0,068 (0,298)

Tabela 62. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy BMI a RI i PI. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.

	Współczynnik korelacji Spearmana [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])		Współczynnik korelacji Pearsona [a.u.] (Istotność statystyczna [a.u.])	
	RI	PI	RI	PI
aST	-0,099 (0,129)	-0,025 (0,698)	<b><u>-0,140 (0,032)</u></b>	-0,054 (0,414)
aSO	-0,043 (0,529)	-0,090 (0,187)	<b><u>-0,145 (0,033)</u></b>	-0,099 (0,150)
aIO	-0,123 (0,060)	-0,077 (0,237)	<b><u>-0,154 (0,018)</u></b>	-0,101 (0,123)
aA	<b><u>-0,196 (0,004)</u></b>	<b><u>-0,149 (0,031)</u></b>	<b><u>-0,221 (0,001)</u></b>	<b><u>-0,173 (0,012)</u></b>
aF	-0,120 (0,061)	-0,086 (0,179)	<b><u>-0,142 (0,027)</u></b>	-0,098 (0,128)
aLS	<b><u>-0,163 (0,012)</u></b>	-0,097 (0,136)	<b><u>-0,199 (0,002)</u></b>	-0,118 (0,069)
aLI	-0,019 (0,769)	0,052 (0,426)	-0,069 (0,293)	0,053 (0,419)

Dodatek B (wyniki sprawdzenia założeń dla badania porównawczego grupy kobiet i mężczyzn)

Wyniki otrzymane dla sprawdzenia założeń testu t Studenta dla prób niezależnych (kobiet i mężczyzn) przedstawione zostały w Tabelach Nr63- Nr70. Istotności statystyczne otrzymane zostały za pomocą następujących testów:

- test Shapiro-Wilka (normalność rozkładu wartości parametrów USG w każdej z analizowanych grup);
- test zgodności chi-kwadrat (równoliczność grup);
- test Levene'a (homogeniczność wariancji).

Tabela 63. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla grubości mięśni.

GRUBOŚĆ	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]			
	Normalność rozkładów w grupach		Równoliczność grup	Homogeniczność wariancji
	Grupa kobiet	Grupa mężczyzn		
mOF	<u>&lt;,001</u>	<u>0,003</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,026</u>
mP	<u>0,025</u>	0,601	<u>&lt;,001</u>	0,470
mCS	<u>0,015</u>	0,393	<u>&lt;,001</u>	0,764
mOOcSO	<u>0,003</u>	<u>0,005</u>	<u>&lt;,001</u>	0,694
mOOcSP	<u>0,001</u>	0,311	<u>&lt;,001</u>	0,434
mOOcIO	0,068	0,625	<u>&lt;,001</u>	0,744
mOOcIP	<u>0,004</u>	0,177	<u>&lt;,001</u>	0,750
mLAO	<u>0,022</u>	0,546	<u>&lt;,001</u>	0,278
mLLS	<u>0,001</u>	<u>0,020</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,008</u>
mZM	0,453	0,694	<u>&lt;,001</u>	0,764
mOOrSP	<u>0,023</u>	<u>0,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,798
mOOrSM	0,420	0,945	<u>&lt;,001</u>	0,795
mOOrIP	0,949	<u>0,005</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,002</u>
mOOrIM	0,330	0,960	<u>&lt;,001</u>	<u>0,038</u>
mDAO	0,191	0,068	<u>&lt;,001</u>	0,459

<b>mDLI</b>	0,137	0,494	<u><b>≤,001</b></u>	0,730
<b>mM</b>	<u><b>≤,001</b></u>	0,898	<u><b>≤,001</b></u>	0,192

Tabela 64. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla odległości mięśni od naskórka.

<b>ODLEGŁOŚĆ OD NASKÓRKA</b>	<b>Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]</b>			
	<b>Normalność rozkładów w grupach</b>		<b>Równoliczność grup</b>	<b>Homogeniczność wariancji</b>
	<b>Grupa kobiet</b>	<b>Grupa mężczyzn</b>		
<b>mOF</b>	0,100	0,062	<u><b>≤,001</b></u>	0,323
<b>mP</b>	0,059	0,495	<u><b>≤,001</b></u>	0,196
<b>mCS</b>	<u><b>0,009</b></u>	0,805	<u><b>≤,001</b></u>	0,453
<b>mOOCsO</b>	<u><b>0,003</b></u>	0,114	<u><b>≤,001</b></u>	0,823
<b>mOOCsP</b>	<u><b>0,003</b></u>	0,105	<u><b>≤,001</b></u>	0,427
<b>mOOCiO</b>	<u><b>≤,001</b></u>	<u><b>≤,001</b></u>	<u><b>≤,001</b></u>	0,790
<b>mOOCiP</b>	<u><b>0,008</b></u>	0,863	<u><b>≤,001</b></u>	0,401
<b>mLAO</b>	<u><b>0,001</b></u>	0,421	<u><b>≤,001</b></u>	0,349
<b>mLLS</b>	<u><b>0,002</b></u>	0,762	<u><b>≤,001</b></u>	0,310
<b>mZM</b>	0,463	0,998	<u><b>≤,001</b></u>	0,480
<b>mOOrSP</b>	<u><b>≤,001</b></u>	0,971	<u><b>≤,001</b></u>	0,423
<b>mOOrSM</b>	0,421	0,342	<u><b>≤,001</b></u>	0,083
<b>mOOrIP</b>	<u><b>0,005</b></u>	0,609	<u><b>≤,001</b></u>	0,966
<b>mOOrIM</b>	<u><b>≤,001</b></u>	<u><b>0,047</b></u>	<u><b>≤,001</b></u>	0,942
<b>mDAO</b>	<u><b>≤,001</b></u>	<u><b>0,009</b></u>	<u><b>≤,001</b></u>	0,943
<b>mDLI</b>	<u><b>0,024</b></u>	<u><b>0,041</b></u>	<u><b>≤,001</b></u>	0,954
<b>mM</b>	<u><b>0,003</b></u>	0,517	<u><b>≤,001</b></u>	0,135

Tabela 65. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla średnic tętnic.

ŚREDNICA	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]			
	Normalność rozkładów w grupach		Równoliczność grup	Homogeniczność wariancji
	Grupa kobiet	Grupa mężczyzn		
aST	<u>&lt;,001</u>	0,577	<u>&lt;,001</u>	0,855
aSO	<u>&lt;,001</u>	0,198	<u>&lt;,001</u>	0,566
aIO	<u>&lt;,001</u>	0,275	<u>&lt;,001</u>	0,732
aA	0,216	<u>0,049</u>	<u>&lt;,001</u>	0,801
aF	0,058	0,367	<u>&lt;,001</u>	0,054
aLS	<u>0,002</u>	0,190	<u>&lt;,001</u>	0,870
aLI	0,256	0,394	<u>&lt;,001</u>	<u>0,023</u>

Tabela 66. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla odległości tętnic od naskórka.

ODLEGŁOŚĆ OD NASKÓRKA	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]			
	Normalność rozkładów w grupach		Równoliczność grup	Homogeniczność wariancji
	Grupa kobiet	Grupa mężczyzn		
aST	<u>&lt;,001</u>	0,368	<u>&lt;,001</u>	0,392
aSO	<u>&lt;,001</u>	0,654	<u>&lt;,001</u>	0,934
aIO	<u>&lt;,001</u>	0,643	<u>&lt;,001</u>	0,063
aA	<u>&lt;,001</u>	0,373	<u>&lt;,001</u>	0,749
aF	<u>&lt;,001</u>	<u>0,007</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,031</u>
aLS	<u>0,008</u>	0,705	<u>&lt;,001</u>	0,971
aLI	<u>&lt;,001</u>	<u>0,046</u>	<u>&lt;,001</u>	0,146

Tabela 67. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla PSV.

PSV	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]			
	Normalność rozkładów w grupach		Równoliczność grup	Homogeniczność wariancji
	Grupa kobiet	Grupa mężczyzn		
aST	<u>&lt;,001</u>	0,868	<u>&lt;,001</u>	0,367
aSO	<u>&lt;,001</u>	<u>0,008</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,012</u>
aIO	<u>&lt;,001</u>	0,489	<u>&lt;,001</u>	0,137
aA	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,185
aF	<u>0,002</u>	0,385	<u>&lt;,001</u>	<u>0,010</u>
aLS	<u>&lt;,001</u>	<u>0,041</u>	<u>&lt;,001</u>	0,542
aLI	<u>&lt;,001</u>	<u>0,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,381

Tabela 68. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla EDV.

EDV	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]			
	Normalność rozkładów w grupach		Równoliczność grup	Homogeniczność wariancji
	Grupa kobiet	Grupa mężczyzn		
aST	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,003</u>
aSO	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,634
aIO	<u>&lt;,001</u>	0,050	<u>&lt;,001</u>	0,221
aA	<u>&lt;,001</u>	0,133	<u>&lt;,001</u>	0,790
aF	<u>&lt;,001</u>	<u>0,003</u>	<u>&lt;,001</u>	0,395
aLS	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,594
aLI	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,213

Tabela 69. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla RI.

RI	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]			
	Normalność rozkładów w grupach		Równoliczność grup	Homogeniczność wariancji
	Grupa kobiet	Grupa mężczyzn		
aST	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,002</u>
aSO	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,234
aIO	<u>&lt;,001</u>	0,114	<u>&lt;,001</u>	<u>0,022</u>
aA	<u>0,021</u>	0,371	<u>&lt;,001</u>	<u>0,040</u>
aF	<u>0,018</u>	<u>0,023</u>	<u>&lt;,001</u>	0,874
aLS	<u>0,001</u>	0,116	<u>&lt;,001</u>	0,108
aLI	<u>0,015</u>	0,418	<u>&lt;,001</u>	0,841

Tabela 70. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla PI.

PI	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założeń testu t Studenta [a.u.]			
	Normalność rozkładów w grupach		Równoliczność grup	Homogeniczność wariancji
	Grupa kobiet	Grupa mężczyzn		
aST	<u>&lt;,001</u>	0,496	<u>&lt;,001</u>	0,526
aSO	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	0,893
aIO	<u>&lt;,001</u>	0,113	<u>&lt;,001</u>	0,062
aA	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,015</u>
aF	<u>&lt;,001</u>	0,527	<u>&lt;,001</u>	0,802
aLS	<u>&lt;,001</u>	0,102	<u>&lt;,001</u>	0,387
aLI	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>&lt;,001</u>	<u>0,004</u>

Dodatek C (wyniki sprawdzenia założenia dla badania porównawczego strony prawej i lewej)

Wyniki otrzymane dla sprawdzenia założenia testu t Studenta dla prób zależnych (strony prawej i lewej) przedstawione zostały w Tabelach Nr71- Nr72. Istotności statystyczne otrzymane zostały za pomocą testu Shapiro-Wilka (założenie o normalności rozkładu różnicy obu prób).

Tabela 71. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta dla prób zależnych (wykorzystywanego do porównania strony prawej i lewej) dla grubości mięśni i ich odległości od naskórka.

	Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założenia o normalności rozkładu różnicy obu prób [a.u.]	
	Grubość	Odległość od naskórka
mOF	<b><u>0,017</u></b>	0,437
mP	0,639	0,484
mCS	0,454	0,674
mOOcSO	<b><u>0,004</u></b>	0,330
mOOcSP	<b><u>0,047</u></b>	0,604
mOOcIO	0,071	<b><u>0,043</u></b>
mOOcIP	0,417	0,921
mLAO	0,881	0,476
mLLS	<b><u>0,049</u></b>	<b><u>0,049</u></b>
mZM	0,828	0,544
mDAO	0,578	<b><u>≤,001</u></b>
mDLI	0,495	<b><u>0,011</u></b>
mM	<b><u>0,003</u></b>	0,291



Tabela 72. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta dla prób zależnych (wykorzystywanego do porównania strony prawej i lewej) dla parametrów USG tętnic: ich średnicy, odległości od naskórka, PSV, EDV, RI i PI.

	<b>Istotność statystyczna otrzymana dla sprawdzenia założenia o normalności rozkładu różnicy obu prób [a.u.]</b>					
	<b>Średnica</b>	<b>Odległość od naskórka</b>	<b>PSV</b>	<b>EDV</b>	<b>RI</b>	<b>PI</b>
<b>aST</b>	<b><u>0,023</u></b>	<b><u>0,049</u></b>	<b><u>0,029</u></b>	<b><u>0,001</u></b>	0,156	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>aSO</b>	0,181	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>0,012</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>aIO</b>	0,389	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>	<b><u>0,011</u></b>	0,340	<b><u>&lt;,001</u></b>
<b>aA</b>	0,769	<b><u>0,044</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>	0,158	0,451	<b><u>0,015</u></b>
<b>aF</b>	0,149	0,877	0,791	0,248	0,294	<b><u>0,006</u></b>
<b>aLS</b>	0,201	0,826	0,666	<b><u>&lt;,001</u></b>	0,082	<b><u>0,002</u></b>
<b>aLI</b>	0,058	<b><u>0,021</u></b>	<b><u>0,005</u></b>	<b><u>&lt;,001</u></b>	0,370	<b><u>&lt;,001</u></b>

## Spis skrótów

m. - mięsień, musculus

t. - Tętnica

g. - Gałąź

a. - Arteria

r. - Ramus

DLI- m. depressor labii inferioris

DAO- m. depressor anguli oris

mOF - M. potyliczno-czołowy brzusiec czołowy

mP - M. podłużny

mCS - M. marszczący brwi

mOOcSO - M. okrężny oka powieka górna część oczodołowa

mOOcSP - M. okrężny oka powieka górna część powiekowa

mOOcIO - M. okrężny oka powieka dolna część oczodołowa

mOOcIP - M. okrężny oka powieka dolna część powiekowa

mLAO - M. dźwigacz kąta ust

mLLS - M. dźwigacz wargi górnej

mDAO - M. obniżacz kąta ust

mDLI - M. obniżacz wargi dolnej

mZM - M. jarzmowy większy

mOOrSP - M. okrężny ust wargi górna część obwodowa

mOOrSM - M. okrężny ust wargi górna część brzeżna

mOOrIP - M. okrężny ust wargi dolna część obwodowa

mOOrIM - M. okrężny ust wargi dolna część brzeżna

mM - M. bródkowy

aST - T. nadbłoczkowa

aSO - T. nadoczodołowa

aIO- T. podoczodołowa

aA - T. kątowa

aF - T. twarzowa

aLS - T. wargowa górna

aLI - T. wargowa dolna

CW - ang. Continuous Wave Doppler

PW - ang. Pulsed Wave Doppler

CDI - ang. Color Doppler flow Imaging  
PRF - ang. Pulse Repetition Frequency  
PD - ang. Power Doppler  
ALARA - ang. as low as reasonably achievable  
NEMA - ang. North American Manufactures Association  
AIUM - ang. American Institute of Ultrasound in Medicine  
ODS - ang. Output Display Standard  
TI - ang. thermal index Indeks termiczny  
MI - ang. mechanical index Indeks mechaniczny  
PLLA - ang. Poly-L-Lactic Acid  
PCL – ang. Polycaprolactone  
CEUS - ang. contrast enhanced ultrasound  
BCC - ang. basal cell carcinoma  
HA - ang. Hyaluronic acid  
CaHA - ang. calcium hydroxyapatite  
PMMA - ang. polymethylmethacrylate  
PAAG - ang. polyacrylamide gel  
ART - ang. Combined Antiretroviral Therapy  
HIV - ang. Human Immunodeficiency Virus  
FDA - ang. Food and Drug Administration  
PSV - ang. Peak Systolic Velocity - prędkość szczytowo-skurczowa  
EDV - ang. End Diastolic Velocity - prędkość końcowo-rozkurczowa

## Spis tabel

Tabela 1. Zestawienie mięśni wyrazowych, przyczepów początkowych, końcowych oraz najważniejszych funkcji. DLI- m. depressor labii inferioris; DAO- m. depressor anguli oris .....	19
Tabela 2. Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa badań ultrasonograficznych [45] .....	31
Tabela 3. Zestawienie omówionych wypełniaczy tkankowych wraz z ich obrazem ultrasonograficznym. HA- kwas hialuronowy; CaHA- hysdroksyapatyt wapnia; PLLA- kwas polimlekowy; PCL- polikaprolakton; PMMA- polimetakrylan metylu; PAAG- żel poliakrylamidowy .....	41
Tabela 4. Podsumowanie liczby wykonanych pomiarów odcinkowych. ....	51
Tabela 5. Podsumowanie liczby obrysowanych cykli dla wszystkich tętnic.....	52
Tabela 6. Zestawienie liczebności przypadków, dla których brakujące dane zastąpiono wartościami losowymi uporządkowane według typu trudności pomiarowej dla każdej z badanych tętnic. ....	56
Tabela 7. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla grubości mięśni. ....	84
Tabela 8. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla odległości mięśni od naskórka. ....	85
Tabela 9. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla średnicy naczyń. ....	85
Tabela 10. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla odległości naczyń od naskórka.....	86
Tabela 11. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla PSV. ....	86
Tabela 12. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla EDV.....	86
Tabela 13. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla RI.....	87
Tabela 14. Wyniki statystyk opisowych (liczebność próby, minimum, maksimum, wartość średnia, odchylenie standardowe) dla PI. ....	87
Tabela 15. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy wiekiem a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05. ....	88
Tabela 16. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy wiekiem a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterysk (*) – brak asterysków oznacza istotności statystyczne >0.05. ....	89
Tabela 17. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy wiekiem a PSV, EDV. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość	

współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne $>0.05$ .....	89
Tabela 18. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy wiekiem a RI, PI. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne $>0.05$ .....	90
Tabela 19. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy BMI a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne $>0.05$ .....	91
Tabela 20. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy BMI a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne $>0.05$ .....	92
Tabela 21. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy BMI a PSV, EDV. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne $>0.05$ .....	93
Tabela 22. Zestawienie wyników współczynnika korelacji Spearmana wyznaczanego dla zależności pomiędzy BMI a RI, PI. Średnica i kolor symbolu reprezentują wartość współczynnika korelacji Spearmana. Współczynniki istotne statystycznie oznaczono za pomocą znaku asterisk (*) – brak asterisków oznacza istotności statystyczne $>0.05$ .....	93
Tabela 23. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla grubości mięśni. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).....	96
Tabela 24. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla odległości mięśni od naskórka. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).....	99
Tabela 25. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla średnicy tętnic. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).....	102
Tabela 26. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla odległości tętnic od naskórka. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).....	104
Tabela 27. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla PSV. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono).....	106

Tabela 28. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla EDV. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). .....	108
Tabela 29. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla RI. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). .....	110
Tabela 30. Wyniki badania porównawczego grupy kobiet i grupy mężczyzn dla PI. Wyniki obejmują mediany wyznaczone w obu grupach, wartości istotności statystycznej otrzymane dla testu median dla prób niezależnych oraz testu U Manna-Whitney'a (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). .....	112
Tabela 31. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla grubości mięśni. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. ..	115
Tabela 32. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla odległości mięśni od naskórka. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. ....	118
Tabela 33. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla średnicy tętnic. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. ..	121
Tabela 34. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla odległości tętnic od naskórka. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. ....	123
Tabela 35. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla PSV. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. ..	125

- Tabela 36. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla EDV. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. .... 127
- Tabela 37. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla RI. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. .... 129
- Tabela 38. Wyniki badania porównawczego strony prawej i lewej twarzy dla PI. Wyniki obejmują wartości współczynnika korelacji Pearsona, statystyki opisowe rozkładu współczynnika asymetrii oraz wartości istotności statystycznej otrzymane dla testów dla prób zależnych (wartości istotne statystycznie podkreślono i pogrubiono). Adnotacja w postaci skrótu „(ttS)” oznacza istotności statystyczne otrzymane dla testu t Studenta dla prób zależnych, natomiast adnotacja „(tW)” wyniki testu kolejności par Wilcoxon. .... 131
- Tabela 39. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do grubości badanych mięśni twarzy. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1). ..... 133
- Tabela 40. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do odległości badanych mięśni twarzy od naskórka. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1). ..... 135
- Tabela 41. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do średnicy badanych tętnic twarzy. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu

regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1)..... 137

Tabela 42. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do odległości badanych tętnic twarzy od naskórka. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1)..... 138

Tabela 43. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do PSV. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1)..... 139

Tabela 44. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do EDV. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1)..... 140

Tabela 45. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do RI. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik  $R^2$  oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako -1)..... 141



Tabela 46. Podsumowanie wyników dopasowania ogólnego modelu regresji do PI. Wyniki obejmują sprawdzenie założeń otrzymanego modelu (normalność rozkładu reszt (I) i jednorodność wariancji reszt (II)), kolejność eliminacji czynników z modelu (algorytm eliminacji wstecz), otrzymane równanie regresji, skorygowany współczynnik $R^2$ oraz istotność statystyczną modelu otrzymaną na podstawie statystyki F. W przypadku zmiennych nominalnych (płeć i strona), w równaniu regresji w nawiasie kwadratowym podawana jest wartość zmiennej kodowanej jako 1 w parametryzacji z sigma-ograniczeniami (dla płci jest to „M” oznaczające grupę mężczyzn, dla strony jest to „L” oznaczające lewą stronę twarzy; grupa kobiet i prawa strona twarzy kodowana jest jako - 1).....	142
Tabela 47. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym grubości mięśni i odległości mięśni od naskórka z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych. ....	143
Tabela 48. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym średnic naczyń i odległości naczyń od naskórka z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych. ....	146
Tabela 49. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym PSV, EDV z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych. ....	148
Tabela 50. Porównanie wyników średnich wraz z odchyleniem standardowym RI, PI z danymi dostępnymi w literaturze. P-strona prawa; l-strona lewa; k- kobiety; m- mężczyźni; szare pola- brak danych. ....	149
Tabela 51. Główne wnioski oceniające związek pomiędzy zmiennymi zależnymi a BMI. ..	150
Tabela 52. Główne wnioski dotyczące porównania badanych zmiennych pomiędzy płciami. ....	151
Tabela 53. Główne wnioski dotyczące porównania badanych zmiennych pomiędzy stronami twarzy. ....	152
Tabela 54. Główne wnioski dotyczące analizy wieloczynnikowej. ....	155
Tabela 55. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach. ....	157
Tabela 56. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach. ....	158
Tabela 57. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a PSV i EDV. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach. ....	158
Tabela 58. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy wiekiem a RI i PI. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach. ....	159

Tabela 59. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy BMI a grubością mięśni i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.....	159
Tabela 60. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy BMI a średnicą tętnic i ich odległością od naskórka. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach.....	160
Tabela 61. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy BMI a PSV i EDV. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach. ....	161
Tabela 62. Zestawienie wyników współczynników korelacji Spearmana i Pearsona wyznaczanych dla zależności pomiędzy BMI a RI i PI. Istotności statystyczne wyznaczonych wartości współczynników korelacji umieszczone zostały w nawiasach. ....	161
Tabela 63. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla grubości mięśni.....	162
Tabela 64. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla odległości mięśni od naskórka. ....	163
Tabela 65. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla średnic tętnic.....	164
Tabela 66. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla odległości tętnic od naskórka. ....	164
Tabela 67. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla PSV.....	165
Tabela 68. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla EDV.....	165
Tabela 69. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla RI. ....	166
Tabela 70. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta wykorzystywanego do porównania grup kobiet i mężczyzn dla PI. ....	166
Tabela 71. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta dla prób zależnych (wykorzystywanego do porównania strony prawej i lewej) dla grubości mięśni i ich odległości od naskórka. ....	167
Tabela 72. Wyniki sprawdzenia założeń testu t Studenta dla prób zależnych (wykorzystywanego do porównania strony prawej i lewej) dla parametrów USG tętnic: ich średnicy, odległości od naskórka, PSV, EDV, RI i PI.....	168

## Spis rycin

Rycina 1. Przykłady wypełniaczy tkankowych oznaczone gwiazdką. Materiały własne. A- wysokousięciowany HA; B- HA z lidokainą; C- CaHA; D- CaHA na nośniku żelowym; E- PLLA z HA; F- PLLA.....	41
Rycina 2. Przyłożenia głowic do uzyskania obrazów: A- brzusiec czołowy m. potyliczno-czołowego; B- m. podłużny; C- m. marszczący brwi; D- m. okrężny oka; E- mm. unoszące wargę górną; F- m. jarzmowy większy; G- m. okrężny ust; H- m. obniżacz kąta ust; I- m. obniżacz wargi dolnej; J- m. bródkowy; K- t. nadbłoczkowa; L- t. nadoczodołowa; M- t. podoczodołowa; N- t. kąтова; O- t. wargowa górna i dolna; G- t. twarzowa. ....	45
Rycina 3. Sposób pomiaru mięśni oraz ich odległości od naskórka- linie w różnych kolorach. A- brzusiec czołowy m. potyliczno-czołowego; B- m. podłużny; C- m. marszczący brwi; D- składowe m. okrężnego oka (od lewej: powieka górna część oczodołowa; część powiekowa; powieka dolna część powiekowa; część oczodołowa); E- mm. unoszące wargę górną (od lewej: m. dźwigacz wargi górnej; m. dźwigacz kąta ust). ....	47
Rycina 4. Ciąg dalszy. Sposób pomiaru mięśni oraz ich odległości od naskórka- linie w różnych kolorach. A- m. jarzmowy większy; B- składowe mięśnia okrężnego ust (od lewej: wargą górną: część obwodowa; część brzeżna; wargą dolną: część brzeżna; część obwodowa); C- m. obniżacz kąta ust; D- m. obniżacz wargi dolnej; E- m. bródkowy. ....	48
Rycina 5. Sposób pomiaru średnicy naczynia- kółko; sposób pomiaru odległości od naskórka- linia ciągła. A- t. nadbłoczkowa; B- t. nadoczodołowa; C- t. podoczodołowa; D- t. kąтова; E- t. wargowa górna; F- t. wargowa dolna; G- t. twarzowa. ....	49
Rycina 6. Schemat liczebności: zebranych danych w postaci plików DICOM, danych wykorzystanych do pomiarów odcinkowych grubości mięśni, średnic tętnic i ich odległości od naskórka oraz danych, dla których obrysowano widma i wyznaczono parametry prędkości przepływu krwi (PSV, EDV, RI, PI). ....	50
Rycina 7. Przykładowe obrazy tętnic aSO (po lewej) i aST (po prawej), dla których mierzone parametry zostały uzupełnione wartościami losowymi. Dla aSO uzupełniono parametry przepływu (PSV, EDV i wartość średniej prędkości), natomiast dla aST były to parametry przepływu i średnica tętnicy.....	56
Rycina 8. Przykładowe rozkłady: próbek różniących się rozkładami i medianami (po lewej), próbek o podobnych rozkładach (według testu U Manna-Whitney'a) i różnych medianach (na środku), próbek o różnych rozkładach i równych medianach (po prawej). Oznaczenie „R” dotyczy rang/rozkładów (wyników testu U Manna-Whitney'a), natomiast „M” – testu median. Za pomocą symbolu asterysk (*) oznaczono różnice istotne statystycznie [25]. ....	59
Rycina 9. Przykładowy wykres skrzypcowy (wraz z wykresem ramka-wąsy) dla grubości mięśnia bródkowego dla grupy kobiet i mężczyzn. ....	59
Rycina 10. Przykładowy histogram wartości współczynnika asymetrii dla grubości mięśnia mM .....	62
Rycina 11. Wykresy rozkładu obrazujące trzy główne typy asymetrii: asymetrię fluktuacyjną (A), asymetrię kierunkową (B) i antysymetrię (C)[146].....	62
Rycina 12. Typy rozkładów ze względu na wartość skośności [149].....	63

Rycina 13. Typy rozkładów ze względu na wartość kurtozy [149].	64
Rycina 14. Brzusiec czołowy mięśnia potyliczno-czołowego.	67
Rycina 15. Mięsień podłużny. A-D widoczny podwójny mięsień, prawy i lewy; E-G widoczny wariant anatomiczny, pojedynczy brzusiec mięśnia.	68
Rycina 16. Mięsień marszczący brwi; A,C,E,G – mięśnie po stronie prawej pacjenta; B,D,F,H – mięśnie po stronie lewej pacjenta.	68
Rycina 17. Mięsień okrężny oka. mOOcSO- zielony grot strzałki; mOOcSP- biały grot strzałki; mOOcIP- żółty grot strzałki; mOOcIO- pomarańczowy grot strzałki. G,H- niewidoczna część mOOcIO ze względu na brak widocznego brzegu kostnego oczodołu.	69
Rycina 18. Mięśnie unoszące wargę górną. M. dźwigacz wargi górnej- pomiędzy żółtymi grotami strzałek; m. dźwigacz kąta ust- pomiędzy białymi grotami strzałek. H- czerwony grot strzałki zwraca uwagę na pierzasto rozchodzące się włókna końcowe m. dźwigacza wargi górnej, zmierzające do skóry bruzdy nosowo-wargowej.	70
Rycina 19. Mięsień jarzmowy większy.	71
Rycina 20. Mięsień okrężny ust. MOOrSP- zielony grot strzałki; mOOOrSM- żółty grot strzałki; mOOOrIM- niebieski grot strzałki; mOOOrIP- różowy grot strzałki.	72
Rycina 21. Mięśnie obniżacze wargi dolnej. M. obniżacz kąta ust- biały grot strzałki; m. obniżacz wargi dolnej- żółty grot strzałki. ; A,C,G – mięśnie po stronie prawej pacjenta; B,D,E,F,H – mięśnie po stronie lewej pacjenta.	73
Rycina 22. Mięsień bródkowy. Na rycinach zaznaczono prawy i lewy mięsień bródkowy. Pomiedzy mięśniami widoczna izoechogeniczna tkanka włóknisto-tłuszczowa budująca wyniosłość bródki.	74
Rycina 23. Tętnica nadbłoczkowa.	75
Rycina 24. Tętnica nadoczodołowa. Białym okręgiem zaznaczono otwór/ szczelinę nadoczodołową.	76
Rycina 25. Tętnica podoczodołowa. Białym okręgiem zaznaczono otwór podoczodołowy...	77
Rycina 26. Tętnica kąтова. F,H- przekrój poprzeczny przez tętnicę.	78
Rycina 27. Tętnica twarzowa. H- prawa połowa twarzy, znacznik ustawiony w kierunku brody; biały grot strzałki wskazuje na tętnicę twarzową, żółty grot strzałki wskazuje żyłę twarzową, położoną do tyłu i nieco głębiej od tętnicy.	79
Rycina 28. Tętnica wargowa górna. A-E oraz H- położenie podśluzówkowe; F, G- położenie międzymięśniowe.	80
Rycina 29. Tętnica wargowa dolna. A,B,E,G,H- położenie międzymięśniowe; C,D,F- położenie podśluzówkowe.	81
Rycina 30. Liczebność badanej grupy ochotników w poszczególnych przedziałach wiekowych z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn.	82
Rycina 31. Zależność wagi od wzrostu osób badanych z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dodatkowo do zależności (obu płci łącznie) dopasowana została prosta oraz wyznaczony został współczynnik korelacji Pearsona.	83
Rycina 32. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla grubości mięśni w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana.	95

Rycina 33. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla odległości mięśni od naskórka w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana. ....	98
Rycina 34. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla średnicy tętnic w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana. ....	101
Rycina 35. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla odległości tętnic od naskórka w poszczególnych partiach twarzy (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana. ....	103
Rycina 36. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla PSV poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana. ....	105
Rycina 37. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla EDV poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana. ....	107
Rycina 38. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla RI poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana. ....	109
Rycina 39. Zestawienie wykresów skrzypcowych dla PI poszczególnych tętnic (wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach) z uwzględnieniem podziału na kobiety i mężczyzn. Dla każdej grupy dodano wykres ramka-wąsy (25., 50. (mediana) i 75. percentyl wraz z wąsami) oznaczony linią ciągłą oraz wartość średnią – linia przerywana. ....	111
Rycina 40. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy grubością mięśni po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów grubszy mięsień znajdował się po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy grubszy mięsień znajdował się po lewej stronie. ....	114
Rycina 41. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy odległością mięśni od naskórka po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy.	

- Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów głębiej był położony mięsień po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy głębiej był położony mięsień się po lewej stronie..... 117
- Rycina 42. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy średnicą tętnic po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów tętnica o większej średnicy znajdowała się po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy tętnica o większej średnicy znajdowała się po lewej stronie. . 120
- Rycina 43. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy odległością tętnic od naskórka po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów głębiej położona była tętnica po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy głębiej położona była tętnica po lewej stronie. .... 122
- Rycina 44. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy PSV po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów większa wartość PSV obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy większa wartość PSV obserwowana była po lewej stronie. .... 124
- Rycina 45. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy EDV po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów gdy większa wartość EDV obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują gdy większa wartość EDV obserwowana była po lewej stronie. .... 126
- Rycina 46. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy RI po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów większa wartość RI obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy większa wartość RI obserwowana była po lewej stronie..... 128
- Rycina 47. Zestawienie rozkładów wartości współczynnika asymetrii wyznaczanego pomiędzy PI po prawej i lewej stronie twarzy. Wykresy uporządkowano w analogicznych rzędach do pomiarów wykonywanych w kolejnych piętrach twarzy. Ujemne wartości współczynnika asymetrii oznaczają, że z wykonanej pary pomiarów większa wartość PI obserwowana była po prawej stronie twarzy, natomiast dodatnie wartości występują, gdy większa wartość PI obserwowana była po lewej stronie. .... 130

## Piśmiennictwo

1. Cotofana, S., et al., *Relationship Between Vertical Glabellar Lines and the Supratrochlear and Supraorbital Arteries*. *Aesthet Surg J*, 2020. 40(12): p. 1341-1348.
2. Gerber, P.A., et al., *Identification of facial vessels using Doppler ultrasound prior to cosmetic filler injection*. *J Dtsch Dermatol Ges*, 2019. 17(12): p. 1281-1282.
3. Habib, S.M., L.W. Schelke, and P.J. Velthuis, *Management of dermal filler (vascular) complications using duplex ultrasound*. *Dermatol Ther*, 2020. 33(4): p. e13461.
4. Kadouch, J., L.W. Schelke, and A. Swift, *Ultrasound to Improve the Safety and Efficacy of Lipofilling of the Temples*. *Aesthet Surg J*, 2020.
5. Lambros, V., *Use of Doppler Ultrasound to Avoid Injection Complications*. *Plast Reconstr Surg*, 2019. 144(4): p. 724e.
6. Lee, W., et al., *A Safe Doppler Ultrasound-Guided Method for Nasolabial Fold Correction With Hyaluronic Acid Filler*. *Aesthet Surg J*, 2020.
7. Lee, W., et al., *Safe Glabellar Wrinkle Correction With Soft Tissue Filler Using Doppler Ultrasound*. *Aesthet Surg J*, 2020.
8. Park, H.J., et al., *Sonographic Analysis of the Upper Labial Orbicularis Oris and Its Clinical Implications*. *Aesthet Surg J*, 2020. 40(7): p. 778-783.
9. Schelke, L.W., T.S. Decates, and P.J. Velthuis, *Ultrasound to improve the safety of hyaluronic acid filler treatments*. *J Cosmet Dermatol*, 2018. 17(6): p. 1019-1024.
10. Tansatit, T., et al., *Anatomical and ultrasound-based injections for sunken upper eyelid correction*. *J Cosmet Dermatol*, 2020. 19(2): p. 346-352.
11. Adam Bochenek, M.R., *Anatomia Człowieka*. XII ed. Anatomia ogólna; Kości, Stawy i Węzadła, Mięśnie. Vol. I. 2007, Warszawa: Wydawnicwo Lekarskie PZWL. 755-782.
12. Marur, T., Y. Tuna, and S. Demirci, *Facial anatomy*. *Clin Dermatol*, 2014. 32(1): p. 14-23.
13. Junn, J.C. and P.M. Som, *Maxillofacial Skeleton and Facial Anatomy*. *Neuroimaging Clin N Am*, 2022. 32(4): p. 735-748.
14. Garritano, F.G. and V.C. Quatela, *Surgical Anatomy of the Upper Face and Forehead*. *Facial Plast Surg*, 2018. 34(2): p. 109-113.
15. Hwang, K., D.J. Kim, and S.H. Hwang, *Musculature of the pars marginalis of the upper orbicularis oris muscle*. *J Craniofac Surg*, 2007. 18(1): p. 151-4.
16. Adam Bochenek, M.R., *Anatomia Człowieka*. VIII ed. Układ naczyniowy. Vol. III. 2007, Warszawa: Wydawnicwo Lekarskie PZWL. 173-212.
17. Sykes, J.M. and H.N. Bray, *Understanding the Vascular Anatomy of the Face: Introducing the X-Y-Z-Concept*. *Facial Plast Surg Clin North Am*, 2022. 30(2): p. 233-237.
18. Cotofana, S., et al., *Distribution Pattern of the Superior and Inferior Labial Arteries: Impact for Safe Upper and Lower Lip Augmentation Procedures*. *Plast Reconstr Surg*, 2017. 139(5): p. 1075-1082.
19. Shriki, J., *Ultrasound physics*. *Crit Care Clin*, 2014. 30(1): p. 1-24, v.
20. K. A. Naugolnykh, L.A.O., O. A. Sapozhnikov i M. F. Hamilton, *Nonlinear wave processes in acoustics*. 2000: Cambridge University Press.
21. F. A. Duck, A.C.B.i.H.C.S., *Ultrasound in medicine*. 2000: CRC Press.
22. Nowicki, A., *Wstęp do ultrasonografii: podstawy fizyczne i instrumentacja*. 2003: Medipage.
23. Dietrich, C.F., *Kurs ultrasonografii*. 2017: Medipage.
24. Levine, C.M.R.i.D., *Diagnostic ultrasound*. 2017: Elsevier Health Sciences.
25. Rubens, V.D.i.D., *Sekrety ultrasonografii*. 2005: Elsevier Urban i Partner.

26. Małek, G., *Ultrasonografia Dopplerowska; Zastosowanie kliniczne; Tom 1.* 2003, Warszawa: medipage.
27. Nowicki, A., *Ultrasonografia: wprowadzenie do obrazowania i metod dopplerowskich.* 2016: Wydawnictwo Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN.
28. Wang, N., et al., *An Improved Chirp Coded Excitation Based on Compression Pulse Weighting Method in Endoscopic Ultrasound Imaging.* IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control, 2021. 68(3): p. 446-452.
29. Shung, K.K., *High Frequency Ultrasonic Imaging.* J Med Ultrasound, 2009. 17(1): p. 25-30.
30. Szymańska, E., et al., *Skin imaging with high frequency ultrasound - preliminary results.* Eur J Ultrasound, 2000. 12(1): p. 9-16.
31. Xu, J., et al., *A High-Frequency Mechanical Scanning Ultrasound Imaging System.* Biosensors (Basel), 2022. 13(1).
32. Kimmey, M.B., R.W. Martin, and F.E. Silverstein, *Endoscopic ultrasound probes.* Gastrointest Endosc, 1990. 36(2 Suppl): p. S40-6.
33. Schmid-Wendtner, M.H. and D. Dill-Müller, *Ultrasound technology in dermatology.* Semin Cutan Med Surg, 2008. 27(1): p. 44-51.
34. Schelke, L.W., et al., *Nomenclature proposal for the sonographic description and reporting of soft tissue fillers.* J Cosmet Dermatol, 2020. 19(2): p. 282-288.
35. Wortsman, X., *Sonography of facial cutaneous basal cell carcinoma: a first-line imaging technique.* J Ultrasound Med, 2013. 32(4): p. 567-72.
36. Wortsman, X., *Top applications of dermatologic ultrasonography that can modify management.* Ultrasonography, 2023. 42(2): p. 183-202.
37. Botticchio, A., et al., *Short-Term Morphological Changes in Asymptomatic Perimandibular Muscles after Dry Needling Assessed with Rehabilitative Ultrasound Imaging: A Proof-of-Concept Study.* J Clin Med, 2021. 10(2).
38. Emshoff, R., S. Bertram, and H. Strobl, *Ultrasonographic cross-sectional characteristics of muscles of the head and neck.* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1999. 87(1): p. 93-106.
39. Nowicki, A., *Safety of ultrasonic examinations; thermal and mechanical indices.* Med Ultrason, 2020. 22(2): p. 203-210.
40. Miller, D.L., et al., *Bioeffects considerations for diagnostic ultrasound contrast agents.* J Ultrasound Med, 2008. 27(4): p. 611-32; quiz 633-6.
41. Shankar, H. and P.S. Pagel, *Potential adverse ultrasound-related biological effects: a critical review.* Anesthesiology, 2011. 115(5): p. 1109-24.
42. Lalzad, A., et al., *Knowledge of Safety, Training, and Practice of Neonatal Cranial Ultrasound: A Survey of Operators.* J Ultrasound Med, 2018. 37(6): p. 1411-1421.
43. Church, C.C., et al., *The risk of exposure to diagnostic ultrasound in postnatal subjects: nonthermal mechanisms.* J Ultrasound Med, 2008. 27(4): p. 565-92; quiz 593-6.
44. Miller, D.L., *A review of the ultrasonic bioeffects of microsonation, gas-body activation, and related cavitation-like phenomena.* Ultrasound Med Biol, 1987. 13(8): p. 443-70.
45. *BMUS: Guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound equipment Safety Group of the British Medical Ultrasound Society.* 2009.
46. Balogh, B., et al., *Sonoanatomy of the muscles of facial expression.* Surg Radiol Anat, 1988. 10(2): p. 101-6.
47. Bartlett, S.P., I. Wornom, 3rd, and L.A. Whitaker, *Evaluation of facial skeletal aesthetics and surgical planning.* Clin Plast Surg, 1991. 18(1): p. 1-9.
48. Ascher, B. and P. Katz, *Facial lipoatrophy and the place of ultrasound.* Dermatol Surg, 2006. 32(5): p. 698-708.



49. Jacobovicz, J., A.R.D. Tolazzi, and J.R.R. Timi, *Doppler ultrasound localization of the facial transverse artery cutaneous branch*. *Plast Reconstr Surg*, 2008. 121(5): p. 336e.
50. Hall, K.M., et al., *Effectiveness of screening for craniosynostosis with ultrasound: a retrospective review*. *Pediatr Radiol*, 2017. 47(5): p. 606-612.
51. Kueckelhaus, M., et al., *Noninvasive Monitoring of Immune Rejection in Face Transplant Recipients*. *Plast Reconstr Surg*, 2015. 136(5): p. 1082-1089.
52. Kiseleva, T.N., et al., *[Ultrasonography in normal eyelids assessment]*. *Vestn Oftalmol*, 2014. 130(1): p. 46-51.
53. Gao, Y., et al., *Preoperative Imaging for Thoracic Branch of Supraclavicular Artery Flap: A Comparative Study of Contrast-Enhanced Ultrasound With Three-Dimensional Reconstruction and Color Duplex Ultrasound*. *Ann Plast Surg*, 2016. 77(2): p. 201-5.
54. Bedri, M.I. and B.W. Chang, *Use of the implantable Doppler in free tissue breast reconstruction*. *Clin Plast Surg*, 2011. 38(2): p. 309-12.
55. Akdemir, O., et al., *Submandibular artery: bilobed platysma myocutaneous flap for total lower lip reconstruction*. *J Craniomaxillofac Surg*, 2014. 42(8): p. 1861-7.
56. Renshaw, A., et al., *The use of color Doppler ultrasound in the assessment of vessels for facial transplantation*. *Ann Plast Surg*, 2007. 59(1): p. 82-6.
57. Phillips, C.D. and L.A. Bubash, *CT angiography and MR angiography in the evaluation of extracranial carotid vascular disease*. *Radiol Clin North Am*, 2002. 40(4): p. 783-98.
58. Cotti, E., et al., *Echographic evaluation of bone lesions of endodontic origin: report of two cases in the same patient*. *J Endod*, 2006. 32(9): p. 901-5.
59. Tucunduva, M.J., et al., *Vascular mapping of the face: B-mode and doppler ultrasonography study*. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2016. 21(2): p. e135-41.
60. Walker, T.G., *Acute limb ischemia*. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2009. 12(2): p. 117-29.
61. Hoshi, E., et al., *True aneurysm of the facial artery*. *Auris Nasus Larynx*, 2010. 37(5): p. 656-8.
62. Fabi, S.G., *Microfocused ultrasound with visualization for skin tightening and lifting: my experience and a review of the literature*. *Dermatol Surg*, 2014. 40 Suppl 12: p. S164-7.
63. Christ, C., et al., *Improvement in skin elasticity in the treatment of cellulite and connective tissue weakness by means of extracorporeal pulse activation therapy*. *Aesthet Surg J*, 2008. 28(5): p. 538-44.
64. Grippaudo, F.R. and M. Mattei, *High-frequency sonography of temporary and permanent dermal fillers*. *Skin Res Technol*, 2010. 16(3): p. 265-9.
65. Arlette, J.P. and M.J. Trotter, *Anatomic location of hyaluronic acid filler material injected into nasolabial fold: a histologic study*. *Dermatol Surg*, 2008. 34 Suppl 1: p. S56-62; discussion S62-3.
66. Grippaudo, F.R. and M. Mattei, *The utility of high-frequency ultrasound in dermal filler evaluation*. *Ann Plast Surg*, 2011. 67(5): p. 469-73.
67. Galadari, H., et al., *A randomized, prospective, blinded, split-face, single-center study comparing polycaprolactone to hyaluronic acid for treatment of nasolabial folds*. *J Cosmet Dermatol*, 2015. 14(1): p. 27-32.
68. Reali, U.M., et al., *Sonographic evaluation of dermis and subcutaneous tissue during and after skin expansion*. *Plast Reconstr Surg*, 1994. 93(5): p. 1050-5.
69. Pak, C.S., et al., *Safety and efficacy of ulthera in the rejuvenation of aging lower eyelids: a pivotal clinical trial*. *Aesthetic Plast Surg*, 2014. 38(5): p. 861-8.
70. Sundaram, H. and M. Kiripolsky, *Nonsurgical rejuvenation of the upper eyelid and brow*. *Clin Plast Surg*, 2013. 40(1): p. 55-76.

71. Wu, W.T., et al., *Ultrasound Imaging of the Facial Muscles and Relevance with Botulinum Toxin Injections: A Pictorial Essay and Narrative Review*. Toxins (Basel), 2022. 14(2).
72. Semple, J.L., et al., *Does high-frequency (40-60 MHz) ultrasound imaging play a role in the clinical management of cutaneous melanoma?* Ann Plast Surg, 1995. 34(6): p. 599-605; discussion 606.
73. Catalano, O., et al., *Skin cancer: findings and role of high-resolution ultrasound*. J Ultrasound, 2019. 22(4): p. 423-431.
74. Alfageme, F., et al., *Increased Marginal Stiffness Differentiates Infiltrative From Noninfiltrative Cutaneous Basal Cell Carcinomas in the Facial Area: A Prospective Study*. J Ultrasound Med, 2019. 38(7): p. 1841-1845.
75. Guyuron, B., et al., *Use of a Doppler signal to confirm migraine headache trigger sites*. Plast Reconstr Surg, 2015. 135(4): p. 1109-1112.
76. Tawfik, E.A., F.O. Walker, and M.S. Cartwright, *A Pilot Study of Diagnostic Neuromuscular Ultrasound in Bell's Palsy*. J Neuroimaging, 2015. 25(4): p. 564-70.
77. Block, B.R., et al., *Congenital unilateral lower lip palsy: a case-based review*. Childs Nerv Syst, 2023. 39(1): p. 35-40.
78. Sapin, S.O., A.A. Miller, and H.N. Bass, *Neonatal asymmetric crying facies: a new look at an old problem*. Clin Pediatr (Phila), 2005. 44(2): p. 109-19.
79. Alfonso, I., et al., *Agenesis of the corrugator supercilii: a benign condition*. J Child Neurol, 2010. 25(3): p. 383-6.
80. Johl, S.S. and R.A. Burgett, *Dermal filler agents: a practical review*. Curr Opin Ophthalmol, 2006. 17(5): p. 471-9.
81. Wortsman, X., *Identification and Complications of Cosmetic Fillers: Sonography First*. J Ultrasound Med, 2015. 34(7): p. 1163-72.
82. Mundada, P., et al., *Injectable facial fillers: imaging features, complications, and diagnostic pitfalls at MRI and PET CT*. Insights Imaging, 2017. 8(6): p. 557-572.
83. Mansor, S., et al., *Polyacrylamide gel treatment of antiretroviral therapy-induced facial lipoatrophy in HIV patients*. Aesthetic Plast Surg, 2011. 35(5): p. 709-16.
84. Onesti, M.G., A. Troccola, and N. Scuderi, *Volumetric correction using poly-L-lactic acid in facial asymmetry: Parry Romberg syndrome and scleroderma*. Dermatol Surg, 2009. 35(9): p. 1368-75.
85. Becker, M., et al., *Hyaluronic Acid Filler in HIV-Associated Facial Lipoatrophy: Evaluation of Tissue Distribution and Morphology with MRI*. Dermatology, 2015. 230(4): p. 367-74.
86. Puls, T.J., et al., *Regenerative tissue filler for breast conserving surgery and other soft tissue restoration and reconstruction needs*. Sci Rep, 2021. 11(1): p. 2711.
87. Comite, S.L., et al., *Treatment of HIV-associated facial lipoatrophy with Radiesse FN (Radiesse)*. Dermatol Online J, 2004. 10(2): p. 2.
88. Witmanowski, H. and K. Błochowiak, *Another face of dermal fillers*. Postepy Dermatol Alergol, 2020. 37(5): p. 651-659.
89. Trinh, L.N. and A. Gupta, *Non-Hyaluronic Acid Fillers for Midface Augmentation: A Systematic Review*. Facial Plast Surg, 2021. 37(4): p. 536-542.
90. Narins, R.S. and P.H. Bowman, *Injectable skin fillers*. Clin Plast Surg, 2005. 32(2): p. 151-62.
91. Murray, C.A., D. Zloty, and L. Warshawski, *The evolution of soft tissue fillers in clinical practice*. Dermatol Clin, 2005. 23(2): p. 343-63.
92. Li, A., et al., *High-Frequency Ultrasound for Long-term Safety Assessment of Poly-L-Lactic Acid Facial Filler*. Dermatol Surg, 2022. 48(10): p. 1071-1075.

93. Sigrist, R.M., et al., *Dynamic ultrasound evaluation of body fillers and biostimulators in the buttocks of fresh-frozen specimen*. J Cosmet Dermatol, 2022. 21(11): p. 5621-5627.
94. Wortsman, X. and N. Quezada, *Ultrasound Morphology of Polycaprolactone Filler*. J Ultrasound Med, 2017. 36(12): p. 2611-2615.
95. de Melo, F., et al., *Recommendations for volume augmentation and rejuvenation of the face and hands with the new generation polycaprolactone-based collagen stimulator (Ellansé®)*. Clin Cosmet Investig Dermatol, 2017. 10: p. 431-440.
96. Christen, M.O. and F. Vercesi, *Polycaprolactone: How a Well-Known and Futuristic Polymer Has Become an Innovative Collagen-Stimulator in Esthetics*. Clin Cosmet Investig Dermatol, 2020. 13: p. 31-48.
97. Angelo-Khattar, M., *Objective Assessment of the Long-Term Volumizing Action of a Polycaprolactone-Based Filler*. Clin Cosmet Investig Dermatol, 2022. 15: p. 2895-2901.
98. Park, J.W., et al., *A randomized, participant- and evaluator-blinded, matched-pair prospective study to compare the safety and efficacy between polycaprolactone-based fillers in the correction of nasolabial folds*. Dermatol Ther, 2022. 35(7): p. e15508.
99. Chen, Q. and Y. Wang, *Ellansé: Advanced Technology and Advantageous Selection of New Collagen Stimulating Agents for Face Rejuvenation*. Aesthetic Plast Surg, 2024. 48(10): p. 1977-1984.
100. Bollero, D., et al., *Contrast-enhanced ultrasonography evaluation after autologous fat grafting in scar revision*. G Chir, 2014. 35(11-12): p. 266-73.
101. Ince, B., et al., *A Comparison Between Hyaluronic Acid Filler and Dermofat Grafts With or Without Tie-Over Dressing for Lip Augmentation*. Dermatol Surg, 2024. 50(1): p. 52-58.
102. Wortsman, X. and J. Wortsman, *Polyacrylamide fillers on skin ultrasound*. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2012. 26(5): p. 660-1.
103. Benedetto, A.V. and A.T. Lewis, *Injecting 1000 centistoke liquid silicone with ease and precision*. Dermatol Surg, 2003. 29(3): p. 211-4.
104. Ugradar, S., J.S. Kim, and G. Massry, *A Review of Midface Aging*. Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 2023. 39(2): p. 123-131.
105. Cotofana, S., et al., *The Anatomy of the Aging Face: A Review*. Facial Plast Surg, 2016. 32(3): p. 253-60.
106. Mendelson, B. and C.H. Wong, *Changes in the facial skeleton with aging: implications and clinical applications in facial rejuvenation*. Aesthetic Plast Surg, 2012. 36(4): p. 753-60.
107. Alfen, N.V., et al., *Quantitative facial muscle ultrasound: feasibility and reproducibility*. Muscle Nerve, 2013. 48(3): p. 375-80.
108. Elwertowski, M. and G. Małek, *Standards of the Polish Ultrasound Society - update. Examination of extracranial carotid and vertebral arteries*. J Ultrason, 2014. 14(57): p. 179-91.
109. Shen, W.W., et al., *Evaluation of Supratrochlear, Supraorbital and Angular Artery Course Variations and Depth by Doppler Ultrasound*. Aesthetic Plast Surg, 2023. 47(2): p. 791-798.
110. Gabriel, M., et al., *[Duplex Doppler ultrasound examination of extremities arteries: guidelines of the Polish Society for Vascular Surgery]*. Kardiol Pol, 2014. 72(7): p. 662-79.
111. Tukey, J.W., *The Future of Data Analysis*. The Annals of Mathematical Statistics, 1962. 33(1): p. 1-67.

112. Andrienko, N. and G. Andrienko, *Exploratory analysis of spatial and temporal data: a systematic approach*. 2006, Berlin ; New York: Springer. 703.
113. Tukey, J.W., *Exploratory data analysis*. Repr. ed. Addison-Wesley series in behavioral science quantitative methods. Reading, Mass.: Addison-Wesley. 688.
114. Graham, J.W., *Missing Data Analysis: Making It Work in the Real World*. Annual Review of Psychology, 2009. 60(1): p. 549-576.
115. Salgado, C.M., et al., *Missing Data*, in *Secondary Analysis of Electronic Health Records*. 2016, Springer International Publishing: Cham. p. 143-162.
116. Rubin, D.B., *Inference and missing data*. Biometrika, 1976. 63(3): p. 581-592.
117. Little, R.J., et al., *The Prevention and Treatment of Missing Data in Clinical Trials*. New England Journal of Medicine, 2012. 367(14): p. 1355-1360.
118. O'Neill, R.T. and R. Temple, *The Prevention and Treatment of Missing Data in Clinical Trials: An FDA Perspective on the Importance of Dealing With It*. Clinical Pharmacology & Therapeutics, 2012. 91(3): p. 550-554.
119. Kang, H., *The prevention and handling of the missing data*. Korean Journal of Anesthesiology, 2013. 64(5): p. 402.
120. *Essential Statistical Methods for Medical Statistics*. 2011: Elsevier.
121. Gregorich, M., et al., *Regression with Highly Correlated Predictors: Variable Omission Is Not the Solution*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021. 18(8): p. 4259.
122. Jones, J.S. and J. Goldring, *Exploratory and Descriptive Statistics*. 2021, 1 Oliver's Yard, 55 City Road London EC1Y 1SP: SAGE Publications Ltd.
123. Zhao, Y.P., et al., *Color Doppler sonography of the facial artery in the anterior face*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2002. 93(2): p. 195-201.
124. Volk, G.F., et al., *Reference values for dynamic facial muscle ultrasonography in adults*. Muscle Nerve, 2014. 50(3): p. 348-57.
125. Spearman, C., *The Proof and Measurement of Association between Two Things*. The American Journal of Psychology, 1904. 15(1): p. 72.
126. Sobczyk, M., *Statystyka*. Wyd. 5 uzup ed. 2007, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. 426.
127. Starzyńska, W., *Statystyka praktyczna*. Wyd. 2, zm., dodr. 3 ed. 2012, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
128. Rovetta, A., *Raiders of the Lost Correlation: A Guide on Using Pearson and Spearman Coefficients to Detect Hidden Correlations in Medical Sciences*. Cureus, 2020.
129. Akoglu, H., *User's guide to correlation coefficients*. Turk J Emerg Med, 2018. 18(3): p. 91-93.
130. Alsagr, A.M., *Remarks on the use of Pearson's and Spearman's correlation coefficients in assessing relationships in ophthalmic data*. African Vision and Eye Health, 2021. 80(1).
131. Kalpić, D., N. Hlupić, and M. Lovrić, *Student's t-Tests*, in *International Encyclopedia of Statistical Science*, M. Lovric, Editor. 2011, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 1559-1563.
132. Pek, J., A.C.M. Wong, and O.C.Y. Wong, *Confidence Intervals for the Mean of Non-Normal Distribution: Transform or Not to Transform*. Open Journal of Statistics, 2017. 07(03): p. 405-421.
133. Fisher, M.J., A.P. Marshall, and M. Mitchell, *Testing differences in proportions*. Australian Critical Care, 2011. 24(2): p. 133-138.
134. Brown, M.B. and A.B. Forsythe, *Robust Tests for the Equality of Variances*. Journal of the American Statistical Association, 1974. 69(346): p. 364-367.
135. *Mathematical Statistics with Applications in R*. 2021: Elsevier.

136. Mann, H.B. and D.R. Whitney, *On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other*. The Annals of Mathematical Statistics, 1947. 18(1): p. 50-60.
137. Divine, G.W., et al., *The Wilcoxon–Mann–Whitney Procedure Fails as a Test of Medians*. The American Statistician, 2018. 72(3): p. 278-286.
138. McGill, R., J.W. Tukey, and W.A. Larsen, *Variations of Box Plots*. The American Statistician, 1978. 32(1): p. 12.
139. Rietveld, T. and R. Van Hout, *The paired t test and beyond: Recommendations for testing the central tendencies of two paired samples in research on speech, language and hearing pathology*. Journal of Communication Disorders, 2017. 69: p. 44-57.
140. Tucker-Drob, E.M., *Individual differences methods for randomized experiments*. Psychological Methods, 2011. 16(3): p. 298-318.
141. Arboix-Alió, J., et al., *Assessing the Magnitude and Direction of Asymmetry in Unilateral Jump and Change of Direction Speed Tasks in Youth Female Team-Sport Athletes*. Journal of Human Kinetics, 2021. 79: p. 15-27.
142. Carpes, F.P., C.B. Mota, and I.E. Faria, *On the bilateral asymmetry during running and cycling – A review considering leg preference*. Physical Therapy in Sport, 2010. 11(4): p. 136-142.
143. Impellizzeri, F.M., et al., *A Vertical Jump Force Test for Assessing Bilateral Strength Asymmetry in Athletes*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2007. 39(11): p. 2044-2050.
144. Valen, L.V., *A Study of Fluctuating Asymmetry*. Evolution, 1962. 16(2): p. 125.
145. Palmer, A.R. and C. Strobeck, *FLUCTUATING ASYMMETRY: Measurement, Analysis, Patterns*. Annual Review of Ecology and Systematics, 1986. 17(1): p. 391-421.
146. Dräger, B., C. Breitenstein, and S. Knecht, *Rethinking brain asymmetries in humans*. Behavioral and Brain Sciences, 2005. 28(4): p. 598-599.
147. Klingenberg, C.P., *A Developmental Perspective on Developmental Instability: Theory, Models, and Mechanisms*, in *Developmental Instability*, M. Polak, Editor. 2003, Oxford University Press New York, NY. p. 14-34.
148. Klingenberg, C., *Analyzing Fluctuating Asymmetry with Geometric Morphometrics: Concepts, Methods, and Applications*. Symmetry, 2015. 7(2): p. 843-934.
149. Bonyar, A. *Application of localization factor for the detection of tin oxidation with AFM*. in *2015 IEEE 21st International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*. 2015. IEEE.
150. Westfall, P.H., *Kurtosis as Peakedness, 1905–2014. <i>R.I.P.</i>*. The American Statistician, 2014. 68(3): p. 191-195.
151. Casson, R.J. and L.D. Farmer, *Understanding and checking the assumptions of linear regression: a primer for medical researchers*. Clinical & Experimental Ophthalmology, 2014. 42(6): p. 590-596.
152. Harrell, F.E., *General Aspects of Fitting Regression Models*, in *Regression Modeling Strategies*. 2015, Springer International Publishing: Cham. p. 13-44.
153. Poole, M.A. and P.N. O'Farrell, *The Assumptions of the Linear Regression Model*. Transactions of the Institute of British Geographers, 1971(52): p. 145.
154. Chowdhury, M.Z.I. and T.C. Turin, *Variable selection strategies and its importance in clinical prediction modelling*. Family Medicine and Community Health, 2020. 8(1): p. e000262.
155. *Internetowy Podręcznik Statystyki*. Available from: [https://www.statsoft.pl/textbook/stathome\\_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstgrm.html](https://www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstgrm.html).

156. Pleil, J.D., *QQ-plots for assessing distributions of biomarker measurements and generating defensible summary statistics*. Journal of Breath Research, 2016. 10(3): p. 035001.
157. Miles, J., *R Squared, Adjusted R Squared*, in *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, R.S. Kenett, et al., Editors. 2014, Wiley.
158. *Online Graph Maker · Plotly Chart Studio*.
159. Schober, P., C. Boer, and L.A. Schwarte, *Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation*. Anesth Analg, 2018. 126(5): p. 1763-1768.
160. Russo, R., *Statistics for the Behavioural Sciences: An Introduction (1st ed.)*. 2003, Psychology Press.
161. Fernández Álvarez, J., et al., *Analysis of the Genetic Parameters for Dairy Linear Appraisal and Zoometric Traits: A Tool to Enhance the Applicability of Murciano-Granadina Goats Major Areas Evaluation System*. Animals (Basel), 2023. 13(6).
162. Choi, Y.J., et al., *Ultrasonographic Analyses of the Forehead Region for Injectable Treatments*. Ultrasound Med Biol, 2019. 45(10): p. 2641-2648.
163. Volk, G.F., et al., *Quantitative ultrasonography of facial muscles in patients with chronic facial palsy*. Muscle Nerve, 2014. 50(3): p. 358-65.
164. Cho, Y., et al., *Ultrasonographic and Three-Dimensional Analyses at the Glabella and Radix of the Nose for Botulinum Neurotoxin Injection Procedures into the Procerus Muscle*. Toxins (Basel), 2019. 11(10).
165. Pinar, Y., et al., *Anatomocosmetic implication rules of the corrugator supercilii muscle for youthful eye appearance*. Surg Radiol Anat, 2016. 38(9): p. 1045-1051.
166. Benedetto, A.V. and J.G. Lahti, *Measurement of the anatomic position of the corrugator supercilii*. Dermatol Surg, 2005. 31(8 Pt 1): p. 923-7.
167. Hormazabal-Peralta, A., et al., *Clinical anatomy considerations on the muscular and vascular components of the midface by ultrasonographic imaging*. Clin Anat, 2021. 34(8): p. 1142-1149.
168. Şatıroğlu, F., T. Arun, and F. Işık, *Comparative data on facial morphology and muscle thickness using ultrasonography*. European Journal of Orthodontics, 2005. 27(6): p. 562-567.
169. McAlister, R., E. Harkness, and J. Nicoll, *An ultrasound investigation of the lip levator musculature*. European Journal of Orthodontics, 1998. 20(6): p. 713-720.
170. Samizadeh, S., A. Pirayesh, and D. Bertossi, *Anatomical Variations in the Course of Labial Arteries: A Literature Review*. Aesthet Surg J, 2019. 39(11): p. 1225-1235.
171. Hwang, U.J., et al., *Effect of a Facial Muscle Exercise Device on Facial Rejuvenation*. Aesthet Surg J, 2018. 38(5): p. 463-476.
172. Hufschmidt, K., et al., *The infraorbital artery: From descriptive anatomy to mucosal perforator flap design*. Head Neck, 2019. 41(7): p. 2065-2073.
173. Ten, B., et al., *Evaluation of facial artery course variations and depth by Doppler ultrasonography*. J Cosmet Dermatol, 2020.
174. Cotofana, S., et al., *Anatomy of the Superior and Inferior Labial Arteries Revised: An Ultrasound Investigation and Implication for Lip Volumization*. Aesthet Surg J, 2020. 40(12): p. 1327-1335.
175. Kleintjes, W.G., *Forehead anatomy: arterial variations and venous link of the midline forehead flap*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2007. 60(6): p. 593-606.
176. Volk, G.F., et al., *Quantitative ultrasonography of facial muscles*. Muscle Nerve, 2013. 47(6): p. 878-83.



**Komisja Bioetyczna  
przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym**

Tel.: 022/ 57 - 20 -303  
Fax: 022/ 57 - 20 -165

ul. Żwirki i Wigury nr 61  
02-091 Warszawa

e-mail: komisja.bioetyczna@wum.edu.pl  
www.komisja-bioetyczna.wum.edu.pl

**KB/ 85 /2021**

Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym  
w dniu 02 lipca 2021 r. po zapoznaniu się z wnioskiem:

**Lek. Dominika Jaguś**  
Zakład Diagnostyki Ultrasonograficznej,  
Kondratowicza 8, 03-242 Warszawa

**dotyczącym:** wyrażenia opinii w sprawie badania pt. „Ocena struktur anatomicznych twarzy za pomocą ultrasonograficznego badania wysokich częstotliwości w aspekcie wybranych zabiegów z chirurgii plastycznej, rekonstrukcyjnej i medycyny estetycznej”.

- Badanie może być prowadzone wyłącznie w okresie obowiązywania polisy ubezpieczeniowej.

**wyraża następującą  
opinię**

- stwierdza, że jest ono dopuszczalne i zgodne z zasadami naukowo-etycznymi\*.
- stwierdza, że jest ono niedopuszczalne i niezgodne z zasadami naukowo-etycznymi.\*

**Uwagi Komisji – verte**

Komisja działa na podstawie art.29 ustawy z dnia 5.12.1996r. o zawodzie lekarza /Dz.U.nr 28/97 poz.152 wraz z późn.zm./, zarządzenia MZiOS z dn.11.05.1999r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych /Dz.U.nr 47 poz.480/, Ustawy prawo farmaceutyczne z dnia 6 września 2001r. (Dz.U.Nr 126, poz. 1381 z późn. zm.) oraz Zarządzenie nr 56/2007 z dnia 15 października 2007r. w sprawie działania Komisji Bioetycznej przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym /Regulamin Komisji Bioetycznej przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym/.  
Komisja działa zgodnie z zasadami GCP .

Przewodnicząca Komisji Bioetycznej

  
Prof. dr hab. n. med. Magdalena Kuźma-Kozakiewicz

\*niepotrzebne skreślić

strona podpisowa do uchwały Komisji Bioetycznej przy Warszawskim  
Uniwersytecie Medycznym nr KB/.....<sup>85</sup>..... z dnia 02 lipca 2021r.

1. Prof. dr hab. n.med. Magdalena Kuźma –Kozakiewicz



2. Dr hab. n. med. Tomasz Grzela



3. Dr hab. n. med. Andrea Horvath-Stolarczyk



4. Dr hab. n. med. Urszula Ambroziak

.....

5. Dr hab. n.med. Maciej Siński



6. Dr hab. n. farm. Sylwia Flis



7. Prof. dr hab.n.med Tomasz Jakimowicz

.....

8. Dr n. med. Leszek Kraj



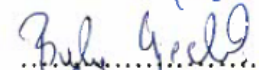
9.Mec. Danuta Lewandowska

.....

10. Dr n .farm. Agata Maciejczyk



11. Dr hab. n.med. Barbara Grzechocińska



12. Dr n. med. Artur Hącia OP



13. Mgr Anna Jasińska

