

AKADEMIA WYCHOWANIA
FIZYCZNEGO
IM. J. KUKUCZKI W KATOWICACH

Monika Dyba

ELASTOGRAFIA MIĘŚNI ŻWACZOWYCH
Z WYKORZYSTANIEM FALI POPRZECZNEJ
A POMIARY MORFOLOGICZNE GŁOWY U DZIECI
I MŁODZIEŻY

Rozprawa na stopień doktora nauk o kulturze fizycznej

Promotor:
dr hab. Paweł Linek, prof. AWF

Promotor pomocniczy:
dr inż. Edyta Kawlewska

Katowice 2022

*Pragnę serdecznie podziękować Promotorowi,
dr hab. Pawłowi Linkowi prof. AWF, za cenne rady, poświęcony
czas i zaangażowanie, a także dr inż. Edycie Kawlewskiej za pomoc
w lepszym zrozumieniu tematu mojej pracy.
Dziękuję mojej rodzinie i przyjaciołom za nieustanne wsparcie oraz
motywację.*

Spis treści

SPIS SKRÓTÓW STOSOWANYCH W PRACY	5
WPROWADZENIE	7
1 ANATOMIA I FIZJOLOGIA UKŁADU STOMATOGNATYCZNEGO CZŁOWIEKA	10
1.1 Budowa układu stomatognatycznego człowieka	10
1.2 Fizjologia wzrostu żuchwy w okresie płodowym oraz w pierwszych latach życia	14
1.3 Trzy grupy mięśni głowy	22
2 METODY DIAGNOSTYCZNE I POMIAROWE UKŁADU STOMATOGNATYCZNEGO	25
2.1 Techniki diagnostyki obrazowej układu stomatognatycznego	25
2.2 Metody oceny i pomiaru symetrii twarzy.....	28
3. ZAŁOŻENIA I CEL PRACY	37
4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ	39
4.1 Uczestnicy badań	39
4.2 Narzędzia badawcze i procedury pomiarowe	40
4.2.1 Weryfikacja kryteriów włączenia i wyłączenia	40
4.2.2 Pomiary głowy - Kinect	40
4.2.3 Elastografia fali poprzecznej	46
4.2.4 Ankieta nawyków żywieniowych	49
4.3 Analiza statystyczna	49
5. WYNIKI	51
5.1 Analiza związku pomiarów morfologicznych czaszki, a elastyczność i grubość mięśni żwaczowych	55

5.2	Analiza zależności pomiędzy asymetrią grubości i elastyczności mięśni żwaczowych, a punktami morfologicznymi czaszki	58
5.3	Analiza zależności pomiędzy pomiarem liniowym, a grubością i elastycznością mięśni żwaczowych	59
5.4	Analiza zależności pomiędzy elastycznością i grubością mięśni żwaczowych i skroniowych, a płcią, wiekiem i masą ciała	61
5.5	Analiza wyników ankiety dotyczącej kształtowania nawyków żywieniowych	64
6.	DYSKUSJA	76
7.	WNIOSKI	94
8.	STRESZCZENIE	95
9.	SUMMARY	98
10.	BIBLIOGRAFIA	101
11.	SPIS TABEL	115
12.	SPIS RYCIN	117
13.	ANEKSY	119

SPIS SKRÓTÓW STOSOWANYCH W PRACY

3D	skanowanie trójwymiarowe
B	najwyższy punkt kłykcia
B1-B38	identyfikacja badanego
CBCT	stożkowa tomografia komputerowa
CH	wysokość kłykcia
CL	długość żuchwy
CO	najwyższy punkt głowy kłykcia
Gn	gnathion – punkt kraniometryczny na żuchwie
Go	gonion – punkt kraniometryczny na kącie żuchwy
Go.l	gonion lewy
Go.p	gonion prawy
ICC	(ang. intraclass correlation coefficient) współczynnik korelacji wewnątrzklasowej
ID	ilość osób badanych
kPa	kilopaskale
L1-L10	linie oceny symetrii w metodzie Levandowskiego
M	mięsień
MH	wysokość gałęzi żuchwy
MHz	megahertz
ML	linia żuchwy
Mm	milimetry
MN	wcięcie żuchwy
MR	rezonans magnetyczny
N	nasion – punkt kraniometryczny twarzoczaszki u nasady nosa
NaN	(ang. not a number) brak istotności statystycznej
O1	najbardziej wysunięty w tył punkt trzonu żuchwy
O2	najbardziej wysunięty w tył punkt kłykcia żuchwy

OPG	zdjęcie pantomograficzne
Or.l	orbitale lewy
Or.p	orbitale prawy
P	istotność statystyczna
Po	porion – punkt kraniometryczny otworu słuchowego zewnętrznego
Po.l	porion lewy
Po.p	porion prawy
Pog	pogonion – punkt antropometryczny na bródce
RH	wysokość gałęzi żuchwy
RL	linia orientacji pionowej
RUSI	(ang. Rehabilitative Ultrasound Imaging) fizjoterapeutyczne obrazowanie ultrasonograficzne
Sn	supranasion – nasada przegrody nosowej
SWE	(ang. standing wave ratio) Elastografia fali poprzecznej
TK	tomografia komputerowa
URNŻ	układ ruchu narządu żucia
USG	badanie ultrasonograficzne
Zy	zygion – punkt antropometryczny, leżący najbardziej do boku na łukach jarzmowych

WPROWADZENIE

Przez ostatnie lata zaobserwować można przyrost liczby pacjentów zgłaszających potrzebę leczenia stomatologicznego i ortodontycznego. Wynika to w dużej mierze ze wzrostu świadomości społecznej, jak również z potrzeby poprawy estetyki twarzy. Nie bez znaczenia jest także czynnik popularyzacji kanonów piękna i atrakcyjności, do którego dostęp jest nieograniczony. Nie zawsze jednak wszechobecna powierzchowność zagadnień z zakresu układu stomatognatycznego skłania potencjalnych pacjentów do zgłębienia problematyki własnego zdrowia w tym zakresie. Dzieje się tak zazwyczaj w sytuacji, gdzie z pozoru rutynowa kontrola stomatologiczna otwiera długi i wnikliwy proces terapii w zakresie stawów skroniowo-żuchwowych z uwzględnieniem wszelkich dysfunkcji, które mogą wynikać z ich nieprawidłowego funkcjonowania. Wtedy pacjent często po raz pierwszy spotyka się z zagadnieniami opisanymi poniżej.

Głównym zadaniem układu stomatognatycznego jest realizacja podstawowych funkcji życiowych takich jak oddychanie, spożywanie pokarmów oraz komunikacja werbalna. Zaburzenie rozwoju narządu żucia może doprowadzić do powstawania różnic w symetrii części twarzowej czaszki. Asymetrie części twarzowej czaszki mogą wynikać z zaburzonej budowy kości żuchwy lub szczęki, bądź też z zaburzonej funkcji układu ruchu narządu żucia (URNŻ) [Bailit i wsp. 1970, Lewis 1976, Lundström 1961, Persson 1973, Schmid, Mongini, Felisio 1991]. W latach osiemdziesiątych XX wieku nowe techniki obrazowania, takie jak tomografia komputerowa, elektromiografia i rezonans magnetyczny, otworzyły nowe możliwości oceny parametrów antropometrycznych oraz analizy funkcji mięśni i nerwów [Gröning i wsp. 2013, Hesse i wsp. 1997]. Wydawałoby się, że prawie nieograniczone możliwości przetwarzania wyników badań w znaczący sposób ułatwią klinicytom diagnozowanie pacjenta i przygotowanie planu leczenia – jednakże badania te dotyczą tylko analizy sytuacji statycznej układu narządu ruchu. W ostatnich latach wprowadzono dodatkowo nieinwazyjne metody obrazowania przy użyciu techniki elastografii fali poprzecznej (ang. shear wave elastography – SWE) do oszacowania elastyczności tkanek miękkich, co pozwala dostarczyć informacji o stanie napięcia i sile jaką w danej chwili generują [Dietrich, Dong 2016].

Do obiektywnej analizy zaburzeń układu ruchu narządu żucia (URNŻ), oprócz pracy z wykorzystaniem testów funkcjonalnych i badania stomatologicznego, niezbędne jest użycie technik inżynierskich. W związku z obecnym rozwojem technik wirtualnej rzeczywistości, najodpowiedniejsze wydaje się zastosowanie metod trójwymiarowego obrazowania za pomocą skanerów 3D [Kovacs i wsp. 2006, Wolański 2015].

Technologie skanowania opisane powyżej są powszechnie wykorzystywane w wielu dziedzinach inżynierii, medycyny i przemysłu. Przy użyciu odpowiedniego oprogramowania dają one możliwości m.in. przeprowadzania wiarygodnych pomiarów, testów, symulacji czy kontroli. W porównaniu do tradycyjnych metod pomiarowych, skanowanie 3D daje liczne korzyści, m.in. możliwość tworzenia modeli o dużym stopniu skomplikowania lub niestandardowych wymiarach w nieporównywalnie krótszym czasie. Ponadto środowisko wirtualne umożliwia prowadzenie wszelkiego rodzaju badań bez naruszania struktury obiektu rzeczywistego, a także ich wielokrotnego powtarzania w sposób nieinwazyjny. Sprawia to, że skanowanie 3D wydaje się być idealnym narzędziem ułatwiającym prowadzenie badań dotyczących ciała ludzkiego. Problematyka trudności w dostępie do wysokospecjalistycznych urządzeń diagnostycznych znajduje rozwiązanie w sytuacjach, w których istnieje możliwość adaptacji powszechnie dostępnych technologii użytku codziennego.

Powszechnie przyjmuje się, że istnieje interakcja między funkcją mięśni żwacza i skroniowego a wzrostem czaszkowo-twarzowym. U dorosłych stwierdza się korelacje między wymiarami twarzy a polem przekroju szczękowo-mięśniowego oraz między wymiarami twarzy a grubością mięśni żwaczy po obu stronach [Gröning i wsp. 2013]. Nadal niewiele jednak wiadomo na temat struktury ludzkich mięśni żwacza oraz skroniowego i ich związku z wymiarami twarzy w różnym wieku (także wieku rozwojowym dzieci i młodzieży). Obecna literatura naukowa nie porusza w wystarczającym stopniu problematyki badania elastyczności mięśni żwacza i skroniowego, co stwarza zapotrzebowanie na uzupełnienie wiedzy w tym zakresie [Blicharz i wsp. 2020]. Gröning i wsp. [2013] wykazali jedynie różnice w elastyczności mięśnia żwacza w zależności od płci. Wydaje się, że na tym etapie wiedzy istotna będzie ocena zależności pomiędzy elastycznością mięśnia żwacza i skroniowego a ukształtowaniem czaszki, co może stanowić podstawę do badań tych mięśni w różnych sytuacjach klinicznych.

Motywy do przygotowania niniejszej pracy było zasadnicze pytanie: w jakim stopniu budowa czaszki warunkuje elastyczność i grubość mięśnia żwacza i skroniowego? W rozdziale pierwszym przedstawiono budowę i fizjologię układu stomatognatycznego człowieka oraz opisano proces rozwoju żuchwy w różnych okresach. Wyodrębniono ponadto trzy grupy mięśni głowy.

Rozdział drugi pozwolił zdefiniować różne zagadnienia z zakresu diagnostyki URNŻ. Część badawczą niniejszej pracy otwiera rozdział trzeci, gdzie zaprezentowano szczegółowo cel i pytania badawcze.

Następne dwa rozdziały opisują grupę badawczą, metodykę badań jak również przeprowadzenie analizy statystycznej. Zwińczeniem niniejszej pracy, są uzyskane w toku badań wyniki wraz z interpretacją oraz jako wartość dodana przeprowadzone wnioskowanie.

1. ANATOMIA I FIZJOLOGIA UKŁADU STOMATOGNATYCZNEGO CZŁOWIEKA

1.1 Budowa układu stomatognatycznego człowieka

Pojęcie układu stomatognatycznego odnosi się do zespołu morfologiczno-czynnościowego narządów i tkanek umiejscowionych w obrębie jamy ustnej i twarzoczaszki. Układ ten stanowi funkcjonalną całość, sterowaną przez ośrodkowy układ nerwowy. Ponadto odgrywa kluczową rolę w żuciu, wstępnym trawieniu oraz połykaniu pokarmów. Kolejne funkcje tego układu dotyczą prawidłowej artykulacji dźwięków, oddychania, utrzymania prawidłowej postawy ciała, jak również wyrażania emocji [Mierzwińska-Nastalska 2009].

Do układu stomatognatycznego zalicza się:

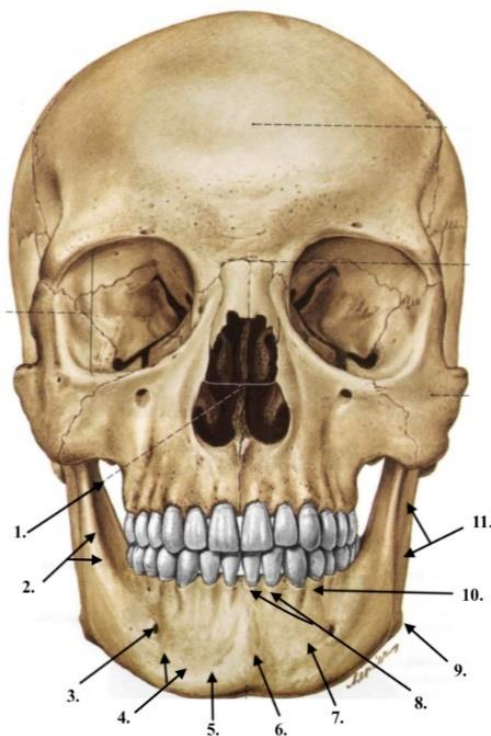
1. Zęby wraz z przyzębiem tworzące narząd zębowy (zespół zębowo-zębodołowy);
2. Układy zębów górnego i dolnego łuku zębowego, artykulacyjny i okluzyjny tworzący zespół zębowo-zębowy;
3. Stawy skroniowo-żuchwowe (zespół stawowy) uzupełnione przez mięśnie żwaczowe (zespół mięśniowo-stawowy);
4. Pozostałe tkanki i narządy jamy ustnej i twarzy, czyli: kości twarzoczaszki, mięśnie żwaczowe, mimiczne, nadgnykowe, języka i podniebienia, naczynia krwionośne i limfatyczne, nerwy, błona śluzowa oraz ślinianki znajdujące się pod kontrolą ośrodkowego układu nerwowego [Majewski 2007].

Narząd żucia jest złożoną i wyspecjalizowaną jednostką [Majewski 2007]. Aby móc w pełni przeanalizować rozwój twarzoczaszki, należy zgłębić zagadnienia anatomii czynnościowej i biomechaniki URNŻ. Niniejszy rozdział opisuje cechy anatomii, które stanowią podstawę zrozumienia funkcji tego układu.

Żuchwa (łac. mandibula) jest pojedynczą, ruchomą kością w kształcie litery „U”, wchodzącą w skład twarzoczaszki. U wielu przedstawicieli grupy kręgowców, żuchwa zbudowana jest z kilku kości parzystych: kości stawowej, kości zębowej i kości kwadratowej. W konsekwencji rozwoju ewolucyjnego ssaków pewna część kości, które u innych gatunków kręgowców stanowią budulec żuchwy, została przekształcona w tzw. kosteczki słuchowe, co stało się powodem redukcji budowy żuchwy do pary kości zębowych

[Björk, Skieller 2013]. Proces kostnienia żuchwy rozpoczyna się przed wszystkimi innymi kośćmi ustroju. Wyjątek stanowi kość obojczyka. Większa część kości powstaje jako kość łącznotkankowa na bocznej stronie chrząstki brzusznej pierwszego łuku skrzelowego [Bochenek, Reicher 1999]. U niektórych gatunków kości te podlegają procesowi, skutkującemu całkowitym zrośnięciem w trakcie rozwoju osobnika [Bastir i wsp. 2008].

Żuchwa ludzka jest kością nieparzystą, nie mającą połączenia kostnego z czaszką [Kucharczyk, Nowak 1976]. Połączenie ze szczęką odbywa się za pomocą mięśni i więzadeł, co nadaje jej możliwość ruchu [Okeson 2005]. Powstaje ona z jednego punktu kostnienia dla każdej połowy żuchwy, który występuje w okresie 6.-7. tygodnia życia płodowego. Rozwijają się z niego główna część trzonu oraz gałęzie żuchwy [Bochenek, Reicher 1999]. Obraz żuchwy ludzkiej oraz jej umiejscowienie w czaszce wskazuje poniższa rycina 1.



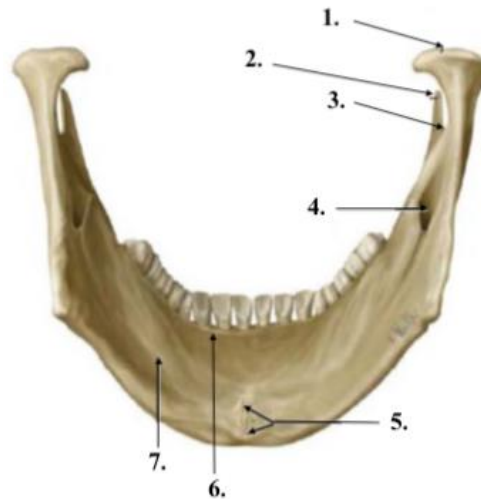
Rycina 1. Żuchwa ludzka, widok przedni [Sobotta 2006].

1. – gałąź żuchwy, 2. – kresa skośna, 3. – otwór bródkowy, 4. – podstawa żuchwy, 5. – guzek bródkowy, 6. – guzowatość bródkowa, 7. – trzon żuchwy, 8. – przegrody międzyzębodołowe, 9. – kąt żuchwy, 10. – część zębodołowa, 11. – gałąź żuchwy.

Trzon żuchwy (łac. corpus mandibulae) posiada powierzchnię zewnętrzną i wewnętrzną oraz brzeg górny i dolny. Trzon jest głównym elementem żuchwy człowieka,

na którym osadzone są wszystkie zęby. W miejscu określanym jako kąt żuchwy (łac. angulus mandibulae), odchodzą symetrycznie gałęzie żuchwy (łac. rami mandibulae). Gałęzie żuchwy, wraz z trzonem, tworzą kąt 90-140°, przy czym jego dokładna rozpiętość zależna jest od wieku [Bochenek, Reicher 1999]. Część zębodołowa (łac. pars alveolaris) umiejscowiona jest na górnej powierzchni trzonu. Zawiera ona zębodoły, w których wklonowane są zęby, można też na niej wyczuć nierówności, tzw. łęki zębodołowe (łac. juga alveolaria), które odpowiadają zębodołom kłów i siekaczy [Bochenek, Reicher 1999].

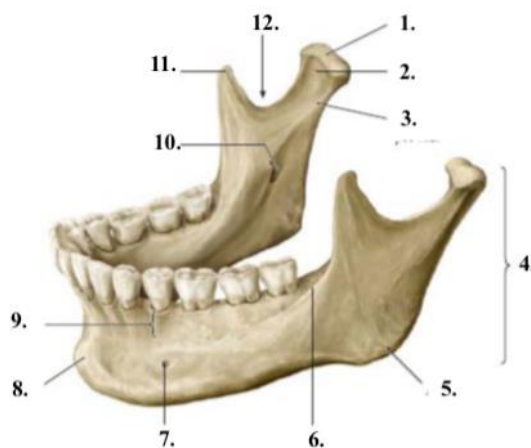
W przedniej części trzonu widoczne są guzy bródkowe (łac. tuberculum mentale), dwa symetryczne otwory bródkowe (łac. foramen mentale), znajdujące się na wysokości pierwszych przedtrzonowców. Otwory bródkowe stanowią rodzaj przejścia, przez które nerwy bródkowe (rozgałęzienia nerwu zębodołowego dolnego) i tętnice bródkowe (rozgałęzienia tętnicy zębodołowej dolnej), wydostają się z kanału żuchwy. Właściwe oznaczenie otworów bródkowych jest warunkiem prawidłowego planowania długości i rozmieszczenia wszczepów śródkostnych w rehabilitacji implantoprotetycznej w żuchwie [Bartczyszyn, Więckiewicz 2015]. Guzowatość bródkowa (łac. protuberantia mentalis) stanowi najdalej wysuniętą w przód część trzonu żuchwy [Bochenek, Reicher 1999]. Powierzchnia wewnętrzna trzonu żuchwy (rycina 2.) również wykazuje ślady zlania się żuchwy z dwóch części w postaci słabej kresy. Zauważalne jest na niej także wyraźne zagłębienie – tzw. dołek podjęzykowy. W tym miejscu znajduje się gruczoł podjęzykowy, natomiast w dołku podżuchwowym spoczywa gruczoł podżuchwowy. [Bochenek, Reicher 1999].



Rycina 2. Żuchwa ludzka, widok tylno-boczny [Gilroy i wsp 2020].

1. – głowa żuchwy, 2. – wyrostek dziobiasty, 3. – wcięcie żuchwy, 4. – otwór żuchwy, 5. – guzowatość bródkowa, 6. – dołek podjęzykowy, 7. – dołki dwubrzuścowe.

Gałąź żuchwy jest czworokątną płytką. Posiada ona cztery brzegi, a na jej górnym brzegu umiejscowione są dwa wyrostki: przedni (ostry – wyrostek dziobiasty) i tylny (tępy – wyrostek kłykciowy). Oba wyrostki podzielone są tzw. wcięciem żuchwy (łac. *incisura mandibulae*) i wraz z kośćmi skroniowymi współtworzą stawy skroniowo-żuchwowe (łac. *articulatio temporomandibularis*) [Gilroy i wsp. 2020].



Rycina 3. Żuchwa ludzka, widok z boku [Gilroy i wsp. 2020].

1. – głowa żuchwy, 2. – dołek skrzydłowy, 3. - wyrostek kłykciowy, 4. - gałąź żuchwy, 5. – kąt żuchwy, 6. – kresa skośna, 7. – otwór bródkowy, 8.- guzowatość bródkowa, 9. – przegrody międzyzębodołowe, 10. – otwór żuchwy, 11. – wyrostek dziobiasty

Na powierzchni bocznej żuchwy (rycina 3.) zaznacza się guzowatość żwaczowa, gdzie swój przyczep posiada mięsień żwacz. Z kolei powierzchnia przyśrodkowa posiada otwór żuchwy, do którego przyczepia się więzadło klinowo-żuchwowe. (łac. *tuberositas masseterica*) [Bogusławski i wsp. 1988]. Jej funkcja polega na zwiększeniu powierzchni miejsca przyczepu mięśnia żwacza (łac. *m. masseter*) [Bochenek, Reicher 1999]. Część przyśrodkowa gałęzi żuchwy stanowi umiejscowienie dla otworu żuchwy (łac. *foramen mandibulae*), ograniczonego języczkiem (łac. *lingula mandibulae*), do którego wchodzi nerw zębodołowy dolny, który jest gałęzią nerwu żuchwowego (rycina 2.) [Gilroy i wsp 2020].

1.2 Fizjologia wzrostu żuchwy w okresie płodowym oraz w pierwszych latach życia

Opisując wzrost żuchwy należy rozpocząć od procesów embriologicznych. Moment wniknięcia nerwu żuchwowego w pierwszy łuk skrzelowy uważa się za początek rozwoju żuchwy. Na drodze tej powstają dwa mezenchymalne wyrostki żuchwowe, które łączą się w linię pośrodkową za pomocą chrząstkozrostu w piątym tygodniu życia płodowego [Wieczorek i wsp. 2011]. Chrząstka Meckela prowadzi do powstania procesu kostnienia żuchwy, który następuje po szóstym tygodniu życia płodowego. Wraz z rozwojem żuchwy zaczyna zanikać chrząstka. Jej ochrzęstna przekształca się w więzadło klinowo-żuchwowe [Enlow i wsp. 1996]. W tym okresie życia płodowego z pierwszego łuku skrzelowego rozwijają się mięśnie skroniowe, żwacze, żuchwowo-gnykowe, dwubrzuścowe, jak i skrzydłowe przyśrodkowe [Majewski i wsp. 2010]. Równolegle łączy się żuchwa oraz wyrostek kłykciowy żuchwy na poziomie wyrostka dziobiastego i guzowatości bródkowej.

W momencie narodzin żuchwa charakteryzuje się rozwartym kątem, płaską i szeroką gałęzią żuchwy oraz krótkim wyrostkiem kłykciowym i mało wydatnym wyrostkiem dziobiastym [Spreber 2001, Enlow, Hans 1996], co jest funkcjonalnie optymalne dla funkcji ssania. Wraz z rozwojem funkcji układu stomatognatycznego i pojawieniem się zębów kąt żuchwy zmniejsza się, a gałąź żuchwy staje się bardziej pionowa [Karlowska 2008]. Żuchwa zatem przyjmuje kierunek wzrostu do przodu i do tyłu. Wzrost to proces poddawany ciągłym zmianom na drodze apozycji i resorpcji [Wieczorek i wsp. 2011].

Proces tworzenia kości za pomocą apozycji przeważa na tylnej krawędzi gałęzi żuchwy i wyrostków kłykciowego i dziobiastego, który jest bardziej dynamiczny niż proces resorpcji. Mechanizm ten nazywany jest jako dryft kości [Meechan i wsp. 2003, Vallejo i wsp.2008]. W tym samym czasie dochodzi do wzrostu wymiarów żuchwy i redukcji retrognacji, czyli przemieszczenia pierwotnego [Bloom, Fawcett 1962, Kambylafkas i wsp. 2006].

Przedni dół czaszki powstaje wskutek przemieszczenia wtórnego. Przemieszczenie wtórne ma jednak ograniczoną możliwość wywierania oddziaływania na żuchwę, zatem w tym obszarze proces wzrostu przebiega wolniej, niż w zakresie kości szczękowej [Enlow, Hans 1996].

W pierwszych miesiącach życia dziecka następuje intensywny wzrost głowy oraz znacząca zmiana jej proporcji. W momencie urodzenia, stopień ukształtowania czaszki wynosi 60% jej docelowej objętości, zaś twarz stanowi wartość 40%. [Wieczorek i wsp. 2011, Kulewicz 2002].

Odległość pomiędzy dolną granicą żuchwy, a górną granicą oczodołu wynosi 40% długości czaszki noworodka, a w przypadku czaszki osoby dorosłej, proporcja ta stanowi 60% długości czaszki. Wysokość mózgowczaszki wynosi 60% wysokości czaszki noworodka i 40% czaszki osoby dorosłej [Björk, Skieller 1983, Sahm, Witt 1989]. Żuchwa jest w tym czasie nie w pełni wykształcona, wykazując rozarty kształt i skrócenie gałęzi; różnica między punktem A i punktem B (kąt ANB) wynosi 14 stopni [Björk, Skieller 1977, Mathews, Ware 1978].

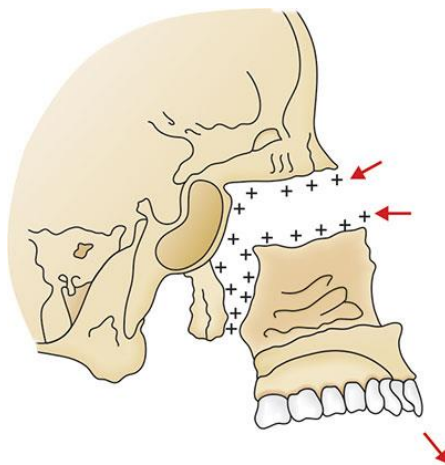
U noworodka, górna i dolna wysokość twarzy stanowi 40% wymiarów w porównaniu z osobą dorosłą. W środkowej części twarzy dominują oczodoły, mieszczące prawie całkowicie rozwinięte gałki oczne. Ponieważ zatoki szczękowe są niewielkie, to dno oczodołu pokrywa się z podniebieniem. Żuchwa jest zbudowana z dwóch kości, połączonych spojeniem w linii pośrodkowej. Kąt żuchwy jest tak rozarty, że płaszczyzna okluzji przechodzi przez głowę wyrostka kłykciowego [Björk, Skieller 1977, Björk, Skieller 1976, Björk, Skieller 1983].

Bezpośrednio po urodzeniu znikają ograniczenia we wzroście twarzy i twarz przyjmuje dysproporcjonalny wzorzec wzrostu. Ten wzorzec odzwierciedla się we wzroście twarzy w kierunkach dolnym i przednim [Moyers i wsp. 1979]. Większe zaawansowanie

wzrostu mózgu i czaszki, jest również zauważalne w pierwszych latach życia. Zatem, w trzecim roku życia pojemność czaszki wynosi 90% w porównaniu z czaszką dorosłego człowieka, u którego część twarzowa stanowi jedynie 65% wartości. Wzrost pourodzeniowy czaszki u mężczyzny jest zdominowany przez wzrost twarzoczaszki i trwa w przybliżeniu 20 lat [Moyers i wsp. 1979]. Duże tyłożuchwie widoczne przy urodzeniu ulega znacznemu zmniejszeniu w pierwszych latach życia. Decydującym dla tego procesu jest wolniejszy wzrost szczęki ku przodowi, w porównaniu ze wzrostem żuchwy w tym samym kierunku, obserwowany w pierwszych latach po urodzeniu. Po tym okresie różny wzrost szczęki i żuchwy doprowadza do zmniejszenia się wartości kąta ANB, jednak zazwyczaj nie dochodzi nigdy do pełnej redukcji tyłożuchwia [Björk 1969]. Mózg spoczywa na podstawie czaszki i jest pokryty sklepieniem czaszki. Trzon kości klinowej, jej mniejsze i większe skrzydła, kompleks wewnętrzny nosa i część podstawna kości potylicznej, jak też wyrostek sutkowaty kości skroniowej rozwijają się z chrząstki. Po urodzeniu występują tylko niewielkie pozostałości chondrocranium, wśród których najważniejszym jest chrząstkozrost klinowo-potyliczny, decydujący o wzroście podstawy czaszki oraz chrząstki nosa, odpowiedzialnej za wzrost środkowej części twarzy [Sawicki, Malejczyk 2012].

Podstawa czaszki w opisie strzałkowym składa się z dwóch części. Tylna część podstawy (Basion-Sella) wydłuża się głównie przez wzrost chrząstkozrostu klinowo-potylicznego [Enlow, Band 1965]. Przednia część podstawy czaszki (Sella-Nasion), używana w pomiarach cefalometrycznych, rozwija się ponad anatomicznym połączeniem kości nosowych z kośćmi czołowymi. Tak więc dystans od Sella do Nasion zwiększa się w czasie wzrostu dzięki szwom klinowo-sitowym i czołowo-sitowym jak też na skutek napowietrzania się kości klinowej i zatok czołowych [Ferrario, Sforza 2001]. Wyciągnięcie czaszki z jej stawów w kierunku do góry i do przodu, umożliwiające (poprzez stworzenie odpowiedniej przestrzeni) zejście twarzy ku dołowi, jest istotnym elementem procesu wzrostu tylnej podstawy czaszki. Proces zwiększania objętości chrząstkozrostu klinowo-potylicznego dokonuje się nawet po zakończeniu okresu dojrzewania, bez względu na płeć. Wzrost tylnej podstawy czaszki jest jednak największy w wieku dziecięcym. Całkowity wzrost w wymiarze Basion-Sella wynosi ok. 2 cm [Sawicki, Malejczyk 2012]. Koniec wzrostu podstawy czaszki przypada na 8. rok życia. Całkowity wzrost wynosi około 11 mm, a największe tempo przyrostu można zaobserwować w okresie do 3. roku życia.

W ocenie cefalometrycznej przedniej podstawy czaszki należy wziąć pod uwagę fakt, iż rośnie ona aż do okresu dorosłości. Wzrost przedniej i tylnej podstawy czaszki dokonuje się proporcjonalnie i wynosi ok. 2 cm. W wieku od 6 do 8 lat równoległe do napowietrzania się zatoki czołowej wzrost przedniej podstawy czaszki osiąga przyrost połowy swojej długości. Chrząstkozrost klinowo-potyliczny na tylnej podstawie czaszki kończy swój wzrost później, niż szwy przedniego dołu czaszki, co zdeterminowane jest przez różny wzrost mózgu w różnych etapach rozwoju człowieka. Dla diagnostyki cefalometrycznej to ważna informacja, ze względu na kształtowanie się podstawy czaszki w korelacji do reszty głowy. W wieku dojrzewania obserwujemy kontynuację wzrostu podstawy czaszki, jednak jej wielkość nie zmienia się w dużym stopniu. Zatem można przyjąć, że w wieku dojrzewania człowiek osiąga w zakresie podstawy czaszki stabilny fundament, będący podstawą prawidłowych wzajemnych relacji szczęki do żuchwy (rycina 4).



Rycina 4. Kierunek wzrostu szczęki dzięki procesom translacji pierwotnej i wtórnej [Srivastava 2011].

Biorąc pod uwagę funkcje twarzoczaszka stanowi ochronę układu pokarmowego i oddechowego w ich początkowym odcinku oraz statyczną funkcję ochronną mózgu oraz narządów zmysłów [Łasiński 1993]. Rola głowy jest również widoczna w rozwoju motorycznym dziecka, ponieważ kształtujące się między 3. a 6. miesiącem życia reakcje nastawcze będą kształtowały umiejętność utrzymania głowy w przestrzeni i prawidłowej postawy ciała [Enlow, Hans 1996].

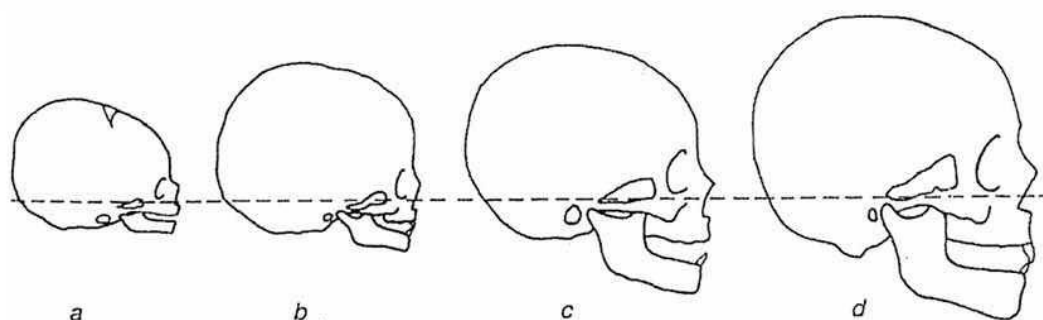
Naukowcy przedstawiają trzy teorie, mające na celu wyjaśnienie przebiegu wzrostu kości w zakresie twarzoczaszki [Enlow, Hans 1996]. Pierwsza mówi o czynniku decydującym o wzroście, który dziedziczony jest genetycznie. Zakłada się, że kość posiada ośrodek wzrostu, który nie podlega modyfikacji, ponieważ jest zakodowany genetycznie. Schemat wzrostu jest według tej teorii taki sam dla wszystkich ludzi, jedynie z niewielkimi zmiennymi. Teoria kodu genetycznego determinującego wzrost została podważona oraz odrzucona na podstawie badań opartych na przeszczepie tkanek [Enlow, Hans 1996]. Naukowcy udowodnili, że badania dotyczące szwów kostnych wykazały, iż nie posiadają one potencjału wzrostowego będąc zaimplementowane w inny rejon ciała. Drugim dowodem wskazującym na konieczność odrzucenia powyższej teorii wzrostu kości jest fakt, iż kompleks nosowo-szczękowy reagował modyfikacją wzrostu w momencie, kiedy działał na niego czynnik zewnętrzny (środowiskowy) [Enlow, Hans 1996].

Druga teoria mówi o przewadze determinacji wzrostu przez tkankę chrzęstną w stosunku do tkanki kostnej. [Penin i wsp. 2002]. Teoria ta zakłada, że chrząstka posiada potencjał wzrostowy, natomiast kości, które powstają na podłożu chrzęstnym, tylko je zastępują w późniejszym okresie wzrostu. Schemat kości żuchwy według tej teorii to przykład nietypowej kości długiej. W wyrostkach kłykciowych tej kości posiadają chrzęstne nasady, w których mają zlokalizowany ośrodek wzrostu. W ostatnich latach pojawiły się informacje naukowe, iż teoria wtórnego wzrostu kości nie potwierdziła się w stosunku do żuchwy. Natomiast w odniesieniu do szczęki cały czas zakłada się wpływ stymulujący chrząstki przegrody nosowej na wzrost tej kości. W tym wypadku apozycja kości następuje w efekcie zwiększonej objętości chrząstki, która doprowadza do rozsuwania szwów. W trakcie prowadzonych badań, polegających na przeszczepianiu tkanki chrzęstnej w inne miejsca w ciele, zaobserwowano zmianę wykazującą potencjał wzrostu chrząstki [Enlow 1962]. Wyjątkiem była chrząstka wyrostka kłykciowego, która ujawniła zdecydowanie mniejszy potencjał wzrostowy [Ferrario i wsp. 1993].

Trzecia teoria wzrostu kości dotyczy odpowiedzi, jaką otrzymujemy ze strony tkanki kostnej na bezpośredni na nią działanie tkanki miękkiej [Moss, Rankow 1968, Moss, Salentijn 1969]. Ferrario i wsp. [1993], Lieberman [2011] oraz Moss, Salentijn [1969] w swoich badaniach opisali aparat zawieszeniowy żuchwy jako fundament sprawowanej przez nią funkcji, jak również jej rozwoju strukturalnego. Teorię wzrostu kości, opisaną po

raz pierwszy w latach 60., związaną z tkankami miękkimi, zaktualizował na podstawie swoich badań Moss i wsp. w latach 90 [Moss 1962, Moss 1997]. Bodźce nerwowo-mięśniowe, wynikające według autora z potrzeb czynnościowych prezentują zależność z kształtem kości. Moss [1997] prezentuje koncepcję, że kość zmienia się pod wpływem czynności fizjologicznych, wynikających z przewodnictwa nerwowo-mięśniowego oraz aktywacji włókien mięśniowych, a nie z powodu zakodowanego wzorca w tkance kostnej lub chrzęstnej [Moss 1997]. Zaburzenia wzrostu kości będą zatem następstwem braku funkcji lub nieprawidłowo wykonanych czynności. Pogląd ten jest powszechnie akceptowany i przyjmowany przez naukowców, jako wytłumaczenie procesu wzrostu kości i zmiany kształtu budowy kości [Moss 1997].

Puszka mózgowa w okresie płodowym rozwija się bardzo dynamicznie i uwarunkowane jest to przez wzrost mózgu. Kształt i kierunek rozwoju czaszki uwarunkowany jest genetycznie oraz modyfikowany na różnych etapach rozwoju człowieka przez czynniki środowiskowe działające na nie. Po urodzeniu zmiany rozwojowe nie są tak bardzo dynamiczne, ale narząd żucia ma ogromny wpływ na przemianę kształtu czaszki i jest najsilniejszym czynnikiem, wpływającym na i wzrost. Wyżynanie się zębów mlecznych i stałych jak również kształtowanie krzywizn kręgosłupa wyraźnie wpływa na czasową różnicę w osiągnięciu prawidłowego kształtu i wielkości czaszki adekwatnie do wieku [Bastir 2008], co przedstawia rycina 5.

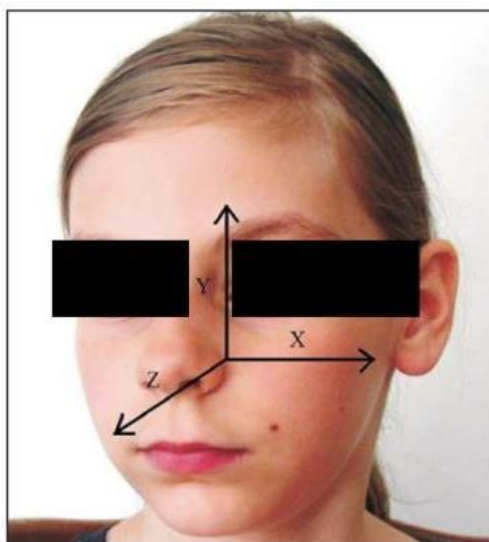


Rycina 5. Wzrost czaszki i zmiana proporcji pomiędzy częściami: mózgową i twarzową od urodzenia do 20. roku życia [Karłowska i wsp. 2008].

a – noworodek; b – 1 rok; c – 6 lat; d – 20 lat.

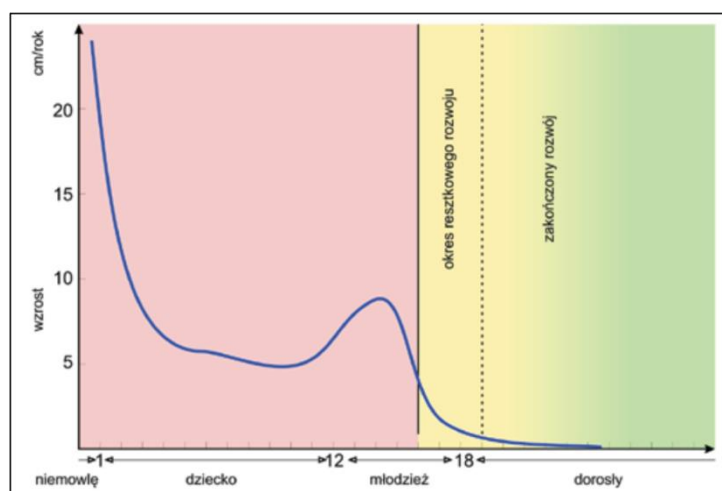
W wyniku oddziaływania na kształt czaszki czynników zewnętrznych następuje stopniowa zmiana mózgowcazki i twarzoczaszki. Mózgowcazka w ciągu wieków stopniowo rozrasta się, natomiast twarzoczaszka uwstecznia się, co potwierdza teorię, iż kształt czaszki człowieka nie jest cechą stałą. [Bastir 2008, Bastir i wsp. 2010, Penin i wsp. 2002]. Zmiana sposobu odżywiania na bardziej miękkiej, zaburzenie nawyków posturalnych i ruchowych przez wielogodzinną statyczną pozycją siedzącą, zmiany ośrodkowego układu nerwowego wraz z zaburzeniami toru oddechowego determinują cechy budowy twarzy, mikrognację i retropozycję żuchwy [Bastir 2008, Bastir i wsp. 2010, Penin i wsp. 2002]. Rozwój układu stomatognatycznego cechuje się określoną intensywnością oraz potencjałem wzrostowym w trzech kierunkach rozwoju (rycina 6.). Trzy płaszczyzny, definiowane przez Szczyrek i Zadurską [2012] przedstawiają się następująco:

- A. strzałkowej (wzrost następuje do przodu i tyłu – oś z)
- B. poprzecznej (wzrost następuje na szerokość – oś x)
- C. pionowej (wzrost następuje na wysokość – oś y)



Rycina 6. Kierunki wzrostu kości twarzy [Szczyrek, Zadurska 2012].

Potencjał wzrostowy jest natomiast czynnikiem, według którego można określić wielkość wzrostu kości w określonym czasie [Vallejo 2008]. Zależność tę przedstawiono na rycinie 7.



Rycina 7. Krzywa wzrostu obrazująca jego intensywność w różnych przedziałach wiekowych [Szczyrek, Zadurska 2012].

W momencie narodzin żuchwa złożona jest z dwóch kości połączonych chrząstką, która mineralizuje się w pierwszym roku życia. Fakt powstania tego kościorostu nie wpływa ani na zahamowanie, ani na wzrost żuchwy na szerokość. Wraz ze wzrostem człowieka, kość żuchwy zmienia swój kształt i położenie, dostosowując się do pełnionych funkcji [Moss, Rankow 1968, Moss, Salentijn 1969, Moss, Young 1960, Moss 1962, Penin i wsp. 2002].

U noworodka budowa żuchwy sprzyja funkcji ssania. Pozycja taka umożliwi swobodny przepływ pokarmu do gardła i przełyku oraz wpływa na prawidłowy rozwój żuchwy i szczęki. W początkowym okresie życia gałęzie żuchwy są krótkie, podobnie jej trzon. Wyrostki kłykciowe są słabo zaznaczone, w przeciwieństwie do wyrostków dziobiastych. Kąt żuchwy jest rozwarty i wraz z rozwojem żuchwy ulega zmniejszeniu. Trzon żuchwy, początkowo krótki, ulega wydłużeniu oraz pionowemu wzrostowi, jego szerokość ulega nieznacznemu powiększeniu [Björk, Skieller 2013, Karłowska i wsp. 2009, Penin i wsp. 2002]. Kształt i kierunek wzrostu wyrostka kłykciowego jest osobniczo zmienny i ma znaczący wpływ na rotację żuchwy [Björk 1969]. Na skutek wydłużania wyrostka kłykciowego wzrasta wysokość gałęzi żuchwy oraz następuje przemieszczenie kości żuchwy do dołu i przodu. W przypadku wzrostu wyrostka kłykciowego do góry i tyłu, żuchwa ulegać będzie rotacji w kierunku tylnym, zaś w przypadku wzrostu wyrostka do góry i do przodu, żuchwa ulegać będzie anteriorotacji.

1.3 Trzy grupy mięśni głowy

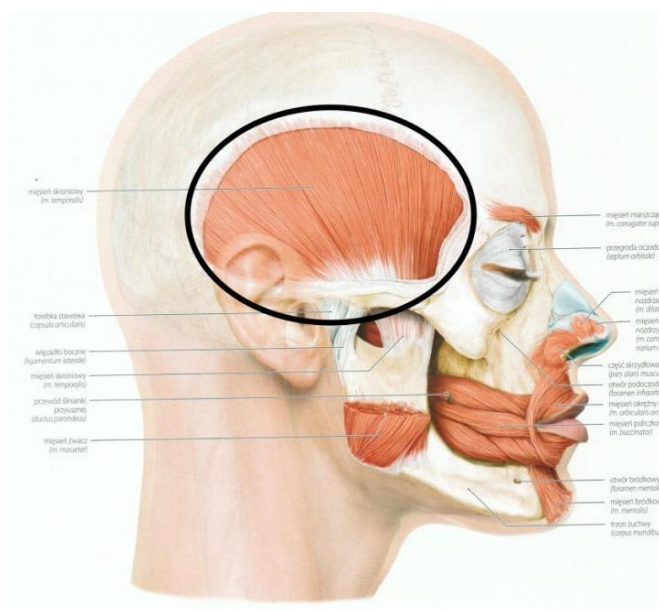
System nerwowo-mięśniowy warunkuje, reguluje oraz koordynuje pracę URNŹ ze względu na swój wysoko wyspecjalizowany układ nerwowo-mięśniowy. Szczególnie istotnymi i wymagającymi analizy mięśniami wpływającymi na aktywność URNŹ są mięśnie, które możemy podzielić na następujące grupy:

- żwaczowe
- podgnykowe
- nadgnykowe
- wyrazowe
- mięśnie okolicy karku i szyi
- mięśnie narządów zmysłów

Prawidłowa relacja mięśni zlokalizowanych w zakresie głowy, karku i szyi wynika z możliwości ich prawidłowego skurczu i rozkurczu. Mięśnie wchodzące w skład układu stomatognatycznego pod względem czynnościowym dzielimy na 3 grupy: synergistów, agonistów i antagonistów. Wspólna praca adekwatna do potrzeb URNŹ w odpowiednim czasie tworzy funkcjonalną całość i odgrywa kluczową rolę w realizowanych przez ten układ funkcjach [Łasiński 1993]. Grupa mięśni żwaczowych umożliwia ruchy żuchwy oraz realizację zadania, jakim jest chwytanie, rozcieranie i przecinanie pokarmu w celu uformowania kęska pokarmowego. Mięśnie żwaczowe unerwione są przez nerw trójdzielny, a unaczynione przez tętnicę szczękową [Łasiński 1993]. Grupa mięśni żwaczowych obejmuje parę mięśni skroniowych, żwaczy, skrzydłowych bocznych i skrzydłowych przyśrodkowych. Ze względu na przebieg mięśnie skrzydłowego i bocznego przyśrodkowego nie zdecydowano na uwzględnienie ich pracy podczas analizy niniejszej pracy naukowej. W niniejszej dysertacji analiza dotyczyła dwóch największych par mięśni z grupy żwaczowych, wybór tych mięśni zdeterminowany był ich funkcją oraz znaczeniem dla układu stomatognatycznego. Biorąc pod uwagę wielkość i przebieg mięśnia skroniowego i żwacza prawidłowy tor ruchu żuchwy umożliwia prawidłowa elastyczność wyżej wymienionych mięśni żwaczowych [Gródzka i wps. 2009]. Do najważniejszych funkcji tych mięśni obok jedzenia, w tym gryzienia, żucia i połykania, mówienia, wyrażania emocji oraz

oddychania, w doniesieniach naukowych dostrzeżono powiązanie z pracą układu nerwowego oraz wymiarami i kształtem twarzy [Aidi 2011].

Mięsień skroniowy (m. temporalis) od góry biegnie od powięzi skroniowej, od kresy skroniowej dolnej, wypełniając cały dół skroniowy, tworząc wachlarzowaty przyczep początkowy i biegnie ku dołowi, gdzie przyczepia się do łuku jarzmowego i grzebienia podskroniowego. Przyczep końcowy tego mięśnia to wyrostek dziobiasty żuchwy, gdzie przyczepia się płaskim ścięgnistym pasmem, pokrywając go z każdej strony [Ignasiak i wsp. 2001]. W okolicy przyczepu końcowego ścięgno mięśnia skroniowego dzieli się na dwie warstwy: powierzchowną i głęboką (rycina 8). Według nomenklatury anatomicznej mięsień ten uważany jest, jako mięsień typu pierzastego. Do czynności, za które odpowiedzialny jest mięsień skroniowy zaliczamy unoszenie żuchwy, obracanie jej nieznacznie na zewnątrz, zaciskanie zębów oraz cofanie wysuniętej żuchwy [Lieberman 2011].



Rycina 8. Mięsień skroniowy [Radlanski, Wesker 2015].

Mięsień żwacz (m. masseter) biegnie od kości jarzmowej i łuku jarzmowego krótkim grubym pasmem w kształcie czworoboku. Przykrywa on powierzchnię boczną gałęzi żuchwy oraz składa się z dwóch leżących na sobie warstw. Część powierzchowna

2. METODY DIAGNOSTYCZNE I POMIAROWE UKŁADU STOMATOGNATYCZNEGO

2.1 Wybrane techniki diagnostyczne i obrazowe układu stomatognatycznego

Wraz z nieustającym postępem technologicznym metody diagnostyczne umożliwiają coraz szybsze i precyzyjne rozpoznawanie chorób. Prekursorem diagnostyki obrazowej był w 1895 r. Wilhelm Roentgen. Współczesna radiologia, wykorzystująca promienie rentgenowskie skraca czas ekspozycji, emitując tym samym mniejszą dawkę promieniowania [Moss 1997]. Pierwotną techniką obrazowania układu stomatognatycznego z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego była pantomografia. Jej początki sięgają lat 40. XX wieku. Ideą takiego rozwiązania było ukazanie na kliszy fotograficznej wszystkich zębów wraz z otaczającymi je strukturami (np. kością szczęki, żuchwy, stawami itd.). Ówczesna maszyna pozwalała na wykonanie zdjęć pantomograficznych (OPG), co możliwe było dzięki kliszy i lampie zewnętrznej. Po niespełna 20 latach urządzenie to było już powszechne i odnajdywało zastosowane na co dzień. Pośród zalet tego urządzenia znajdowała się szybkość wykonania i niskie koszty zdjęć, możliwość wykrycia różnych nieprawidłowości, do których można zaliczyć zmiany okołowierzchołkowe, resorpcje korzeni zębowych, torbiele, próchnicę, złamania, nieprawidłowości uzębienia, a także wybrane przypadki nowotworów kości [Moss 1997, Myśliwski 2007]. Barięrami technologiczną tego urządzenia był brak możliwości obrazowania trójwymiarowego, tak więc niektóre struktury na kliszy fotograficznej były ukazane w formacie dwuwymiarowym. Mówi się, że przedstawione struktury w przypadku stanu tkanek twardych stanowią zaledwie zarys ich faktycznego stanu [O'Higgins i wsp. 1991]. Trudnością dla osoby badanej była konieczność zachowania całkowicie nieruchomej pozycji, ponieważ wszelkie poruszenia w trakcie wykonywania zdjęcia odbijały się na jego jakości [O'Higgins i wsp. 1991].

Inną metodą, bardziej szczegółową, dającą większe możliwości w ocenie kośćca części twarzowej czaszki jest cefalometria w projekcji przednio-tylnej [Proffit i wsp. 2009]. Wykonanie takiej projekcji nie zawsze jest jednak niezbędne w diagnostyce ortodontycznej. Cefalometria jest odmianą zdjęcia rentgenowskiego czaszki w pozycji bocznej, znajdująca zastosowanie zarówno w diagnostyce wad zgryzu, planowaniu ich leczenia, jak

i kontrolowaniu jego przebiegu oraz uzyskanych efektów. Badanie to obrazuje czaszkę, tkanki twarde i miękkie twarzy, podniebienie twarde oraz zatoki przynosowe. Cefalometria stosowana jest także w sytuacjach, uwidocznienia asymetrii poprzecznej twarzy, bądź łuków zębowych. Badanie nie jest zalecane u dzieci przed 9. rokiem życia [Proffit, Fields 2009]. Cefalometria rozwinęła się dzięki badaniom antropologów nad rozwojem i wzrostem czaszki. Pierwotnym celem cefalometrii była ocena wzorców wzrostu kompleksu szczękowo-twarzowego. W tym celu konieczne było skonstruowanie urządzenia pozycjonującego głowę w zdefiniowanej pozycji, by uzyskać powtarzalność badań [Abdullah i wsp. 2006]. Ocena stopnia dojrzałości szkieletowej kręgów szyjnych bocznych głowy, widocznych na zdjęciach cefalometrycznych możliwa jest dzięki zapoczątkowanej w 1972 roku przez Lamparskiego [Rubin 1997]. Należy jednak zaznaczyć, że cefalometria, jak każde badanie radiologiczne jest szkodliwe i ma niekorzystny wpływ na zdrowie badanych osób.

Dużą większą precyzją uzyskiwanego obrazu, w porównaniu do OPG czy cefalometrii, legitymuje się tomografia komputerowa (TK). Koncentrując obszar badawczy do zagadnienia diagnostyki jamy ustnej, można wyróżnić odmianę TK, w postaci stożkowej tomografii komputerowej (CBCT) [Penin i wsp. 2002]. Dodatkowo w CBCT możliwe jest wykonanie przekroju na dowolnej wysokości obrazu [Penin i wsp. 2002, Proffit, Fields 2009]. Do słabych stron tej metody należy zaliczyć koszty związane z wykonaniem podobnego zdjęcia, a także ekspozycję pacjenta na promieniowanie, co ogranicza użycie tej metody do przypadków, gdzie istnieją uzasadnione przypuszczenia, iż dokładniejsza diagnostyka danej struktury pozwoli precyzyjnie określić lokalizację danej wady, której nie wykryły inne metody (np. OPG).

Kolejną metodą obrazowania URNŻ, umożliwiającą uzyskanie bardzo szczegółowych obrazów narządów i tkanek w organizmie jest rezonans magnetyczny (MR). Uzyskiwanie obrazów odbywa się poprzez emisję fal radiowych o różnej częstotliwości na organizm znajdujący się w silnym polu magnetycznym. Metoda ta nie naraża osoby badanej na promieniowanie rentgenowskie, dzięki czemu jest bezbolesna, nieszkodliwa i dlatego może być powtarzana wielokrotnie [Kleinrok 2011].

Obecnie na rynku dostępna jest ogromna liczba różnego rodzaju skanerów 3D. Profesjonalne skanery zaczynają wypierać tradycyjne metody pomiarowe - oferują większą

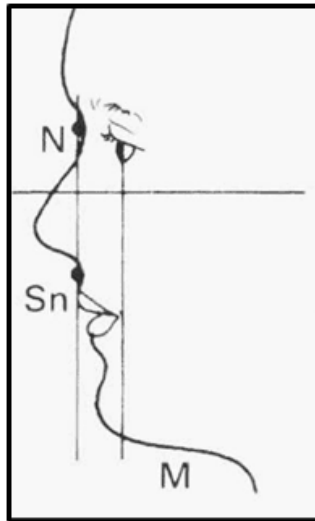
dokładność pomiaru w krótszym czasie. Ponadto producenci cały czas prześcigają się w udoskonalaniu oferowanych przez siebie modeli, a rozwój tej gałęzi przemysłu sprawia, że skanowanie 3D staje się coraz mniej kosztowne. Mimo to zakup profesjonalnego skanera nadal wiąże się z wielkimi kosztami. Problem ten w pewnym stopniu rozwiązało spopularyzowanie w ostatnich latach skanowania przy użyciu sensora Kinect. Urządzenie to pierwszy raz pojawiło się w sprzedaży w 2010 roku jako dodatek do konsoli gier Xbox firmy Microsoft i początkowo służyło tylko do sterowania gestami właśnie w grach. Konsumenci zaczęli jednak szybko szukać dla sensora nowych zastosowań, co nakłoniło firmę Microsoft do opublikowania Software Development Kit, pozwalającego na programowanie Kinect'a z pewnymi ograniczeniami, zaledwie rok po premierze urządzenia. Od tego czasu szereg zastosowań sensora sukcesywnie się powiększał, aż wreszcie Kinect stał się prawdopodobnie najczęściej wybieranym, tanim zamiennikiem profesjonalnych skanerów 3D, a firma Microsoft udostępniła specjalnie dedykowaną do skanowania z jego pomocą aplikację [Hides i wsp.1994]. Skaner 3D może stanowić przełomową metodę diagnostyki stomatognatycznej jako nieinwazyjny sposób dokonywania pomiarów punktów antropometrycznych twarzy. Jego rola wzrasta wraz z rosnącą świadomością szeroko pojętej estetyki twarzy oraz rozwoju technologii przekładającej się na precyzję dokonywanych pomiarów. Analizując trendy rozwojowe można przewidywać, że Kinect stanowić będzie znaczące uzupełnienie dla metod tradycyjnych. Za jego pomocą będzie można dokonywać: oceny zaburzeń długości i szerokości szczęki oraz żuchwy, ocenić wskaźnik morfologiczny twarzy jak i asymetrie w jego budowie.

W ostatnich latach wprowadzono również dodatkowe metody obrazowania przy użyciu techniki elastografii fali poprzecznej, która odwzorowuje właściwości elastyczne tkanek miękkich, co pozwala dostarczyć nowych istotnych informacji diagnostycznych. Rozwój ultrasonografii jest mocno związany z coraz większym zainteresowaniem i dostępnością aparatury na rynku medycznym. Badanie ultrasonograficzne (USG) odbywa się przy wykorzystaniu fal ultradźwiękowych o częstotliwości 2-15 MHz [Pruszyński 2000]. Fale poprzeczne przemieszczają się stosunkowo wolno (od 1 do 10 m/s), a sztywność tkanek można oceniać na podstawie szybkości fali poprzecznej (sztywność wzrasta proporcjonalnie do szybkości) [Dietrich, Dong 2016, Drakonaki 2012]. Elastografia to metoda ultradźwiękowa, która umożliwia jakościową lub ilościową ocenę mechanicznych

właściwości tkanki ich echogeniczność. Prekursorami w badaniach w zakresie ultrasonografii byli Yang i wsp [Young i wsp. 1980]. Skupili się oni na analizie pomiaru mięśnia czworogłowego wykorzystując w tym celu ultrasonografię i wykazali różnice w wynikach pomiędzy taśmą centymetrową a obrazem ultrasonograficznym. Kolejnym krokiem w rozwoju dla zastosowania ultrasonografii w rehabilitacji było wystąpienie Teyhen [Teyhen 2006] podczas sympozjum dotyczącego ultrasonografii określenia Rehabilitative Ultrasound Imaging (RUSI), oznaczającego obrazowanie ultrasonograficzne w fizjoterapii. Teoria RUSI zakładała głównie wykorzystanie możliwości sprzężenia zwrotnego do uczenia ruchu, co powinno spotęgować skuteczność zastosowanej terapii. Whittaker i wsp. [2007] dostrzegli dodatkowe zastosowanie teorii RUSI w ocenie morfologicznej mięśni, obejmującą pomiar długości i grubości danego mięśnia. Tożsame wnioski opublikował Linek [2017], w których zaakcentował, że ocena mięśni za pomocą badania ultrasonograficznego dotyczy głównie zmian w zakresie ich grubości wyrażonych w milimetrach (mm). Ultrasonografia pozwala na wykonanie badań i ocenę w zakresie dolegliwości bólowych kręgosłupa [Hides i wsp. 1994, Teyhen 2006], stosowana jest również u dzieci i młodzieży [Linek i wsp. 2014].

2.2 Metody oceny i pomiaru symetrii twarzy

Istotnym elementem podczas oceny morfologicznej twarzy jest analiza prawidłowego profilu twarzy. Analizie poddawane są wzorce charakteryzujące się tym, że rysy twarzy pozostają względem siebie w symetrii i harmonii. Interpretacji podlegają charakterystyczne punkty w obrębie twarzoczaszki, które po wyznaczeniu tworzą płaszczyzny, dzięki którym można ustalić stosunek pomiędzy poszczególnymi częściami twarzy. Badania morfometryczne dotyczą oceny prawidłowości lub nieprawidłowości w budowie kośćca. Diagnostyka uwzględnia charakterystyczne anatomiczne punkty, na podstawie których dokonuje się obiektywnej analizy kształtu kości. Literatura wskazuje kilka metod pomiaru, odnoszących się do kości żuchwy [Karlowska i wsp. 2008]. Jednym z podstawowych, a zarazem najważniejszym tematem w obserwacji i oceny rysów twarzy jest pole biometryczne (rycina 10.).

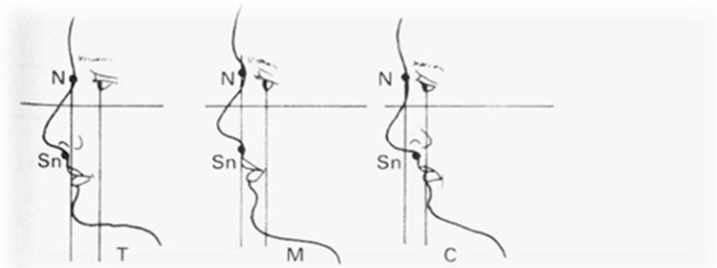


Rycina 10. Pole biometryczne [Karłowska i wsp.2008].

Pole biometryczne wyznaczone przez płaszczyznę oczodołową i czołową, jest przestrzenią definiującą prawidłowe rysy twarzy lub ich indywidualne nieprawidłowości. Przestrzeń ta jest wyznaczana przez następujące płaszczyzny:

I. Płaszczyzna Izarda - jest to przednie ograniczenie pola biometrycznego wyznaczone przez linie przechodzące przez punkt glabella prostopadle do płaszczyzny frankfurckiej. W ocenie Izarda wyróżniamy trzy typy prawidłowego profilu twarzy (rycina 11.):

- a. mezofrontalny (znajduje się w polu biometrycznym)
- b. cisfrontalny (znajduje się poza polem biometrycznym)
- c. transfrontalny (znajduje się przed polem biometrycznym)



Rycina 11. Płaszczyzny Izarda [Karłowska i wsp. 2008].

Typy profilu: T – transfrontalny, M- mezofrontalny, C-cisfrontalny

W każdym typie twarzy Izarda można wyznaczyć podtyp twarzy według Schwarza [Karłowska i wsp. 2008].

Profil szczękowy prosty – wyznacza linia przechodząca przez prawidłowo położony punkt Pogonion (Po) prostopadłe do punktu Subnasale (Su). Profil szczękowy skośny do przodu - linia łącząca punkt Pogonion (Po) przesunięty do przodu względem punktu Subnasale (Su) (rycina 12.).



Rycina 12. Profil szczękowy prosty [Karłowska i wsp. 2008].

Profil szczękowy skośny do przodu - linia łącząca punkt Pogonion (Po) przesunięty do przodu względem punktu Subnasale (Su) (rycina 13.).



Rycina 13. Profil szczękowy skośny do przodu [Karłowska i wsp. 2008].

Profil szczękowy skośny do tyłu - wyznacza linia przechodząca przez punkt subnosale (Su) względem przesuniętego do tyłu punktu pogonion (Po) (rycina 14.).

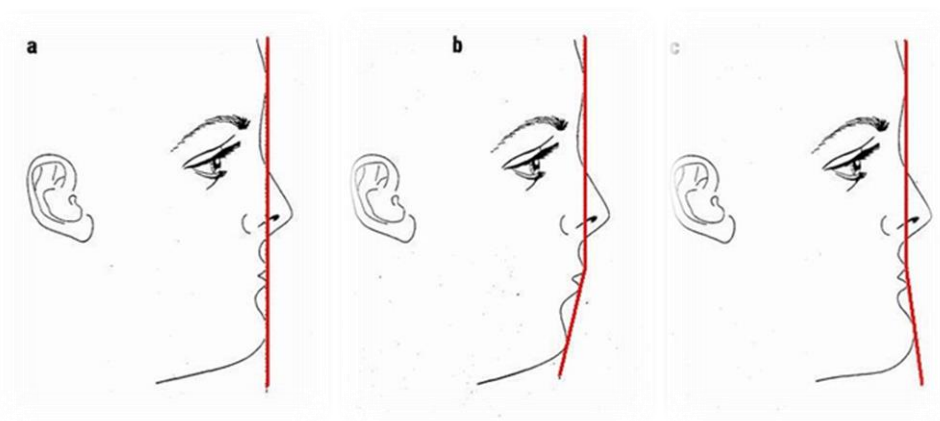


Rycina 14. Profil szczękowy skośny do tyłu [Karłowska i wsp. 2008].

- II. Płaszczyzna Dreyfusa, linia przebiegająca od punktu nasion prostopadła do płaszczyzny Frankfurckiej
- III. Płaszczyzna oczodołowa Simona, linia wyznaczana prostopadłe do płaszczyzny strzałkowej i Frankfurckiej

Ponadto w ocenie symetrii twarzy w układzie stomatognatycznym ważna jest analiza rozbieżności ukształtowania twarzy, która uwzględnia trzy typy profilu w odniesieniu do stosunku dwóch linii łączących punkty (glabella do labrale superius, labrale superius do pogonion) (rycina 15.).

- a. Profil prosty – linie przebiegają w jednej płaszczyźnie
- b. Profil wypukły – linie formują kąt wskazujący na pozycję w kierunku do tyłu
- c. Profil wklęsły – linie formują kąt wskazujący na pozycję bródki w kierunku do przodu



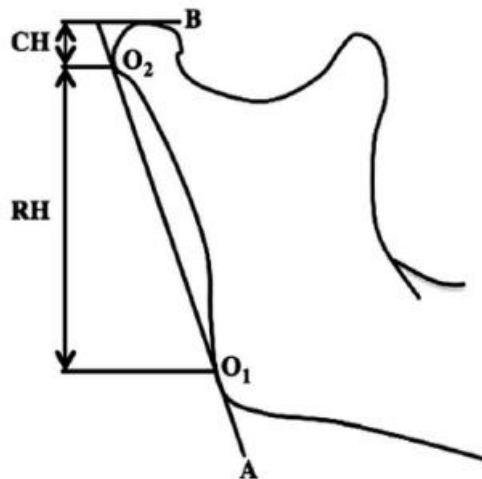
Rycina 15. Analiza dywergencji profilu twarzy [Karłowska i wsp. 2008].

Istotną metodą do oceny poziomu zależności określających wartość pomiarów twarzoczaszki są wskaźniki ortodontyczne. Wskaźniki te obrazują poziom odchylen od normy, wykluczając subiektywne błędy osoby przeprowadzającej badanie. Do często stosowanych wskaźników należą:

Metoda Boltona - stosowana jest do oceny szerokości mezialno-dystalnej zębów oraz ich korelacji w żuchwie i szczęce. Nieprawidłowe wartości wskaźnika Boltona pokazują anomalie w obrębie układu stomatognatycznego (wady zgryzu, stłoczenia, zmiany w nagryzie pionowym i poziomym) [Jankowska i wsp. 2011].

Metoda Habetsa - stosowana jest na potrzeby pomiarów takich parametrów części żuchwy, jak długość gałęzi żuchwy i wysokość wyrostka kłykciowego. W pierwszej ocenie bierzemy pod uwagę wykreślenie stycznej do tylnej krawędzi gałęzi żuchwy. Kolejny etap stanowi wyznaczenie najwyżej położonego punktu na wyrostku kłykciowym i poprowadzenie linii prostopadłej do tylnej krawędzi żuchwy. Odległość pomiędzy przecięciem tych linii, a górnym punktem stycznym krawędzi żuchwy oznacza się symbolem CH. Parametr ten stanowi wysokość wyrostka kłykciowego.

Odcinek umiejscowiony pomiędzy górnym i dolnym punktem stycznym krawędzi żuchwy oznacza się symbolem RH i stanowi on wysokość gałęzi żuchwy [Sahm, Witt 1989]. Zależności zgodne z metodą Habetsa ukazuje rycina 16.



Rycina 16. Schemat metody pomiaru asymetrii pionowej opisany przez Habetsa [Habets 1987].

B - najwyższy punkt kłykcia, O₂ - najbardziej wysunięty w tył punkt kłykcia, O₁ - najbardziej wysunięty w tył punkt trzonu żuchwy, RH - wysokość gałęzi żuchwy, CH - wysokość kłykcia

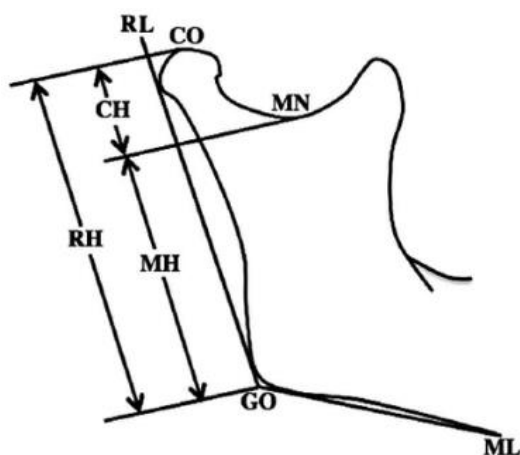
Do wad metody należy zaliczyć ograniczoną liczbę pomiarów. Metoda ta jest jednak często wybierana, ze względu na powtarzalność jej wyników, co umożliwia ich porównywanie z wynikami uzyskiwanymi przez innych badających.

Metoda Kjellberga - opiera się na takich punktach odniesienia jak:

- najwyższy punkt głowy kłykcia (CO)
- wycięcie żuchwy - najgłębszy punkt między wyrostkiem koronoidalnym, a wyrostkiem kłykciowym (MN)
- punkt Gonion - punkt znajdujący się na kątach żuchwy z prawej i lewej strony (GO)
- przecięcie między linią styczną do tylnej krawędzi gałęzi żuchwy (RL) i linią żuchwy (ML) - stycznej do dolnego brzegu żuchwy.

Wszystkie powyższe punkty przenosi się na linię RL celem obliczenia ich parametrów w odniesieniu do orientacji pionowej, co umożliwia doprecyzowanie wysokości kłykci (CH), jako odległość, która przechodzi od CO do MN, jak również wysokość gałęzi żuchwy (MH), jako odległość między MN a GO, ponadto wysokość żuchwy jako odległość między CO a GO. Wysokość kłykci określa się na podstawie relacji parametrów CH/RH. Informacje dotyczące symetrii można uzyskać na podstawie porównania ilorazów strony

lewej i prawej, w miejsce stosowania pomiaru liniowego, co pozwala uniknąć wystąpienia niepożądanych błędów, wywołanych różnicami stopnia powiększenia. Każdorazowo ocenie porównawczej poddaje się wyniki strony lewej i prawej, ustalając tym samym stopień ich wzajemnej asymetrii. Schemat metody Kjellberga został ukazany na rycinie 17.



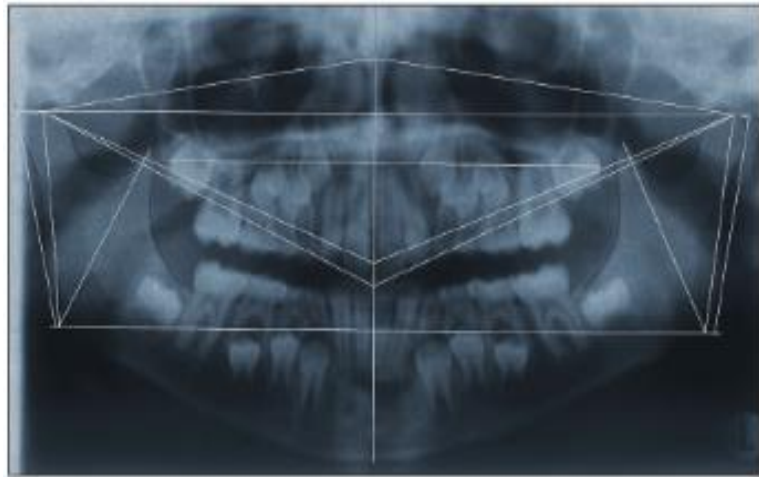
Rycina 17. Pomiar symetrii kłykcia metodą Kjellberga [Habets 1987].

Metoda Lemos - porównaniu z metodami omówionymi powyżej, metoda Lemos jest stosunkowo nowa. Dużą zaletą tej metody jest prostota zastosowania w codziennej praktyce. Umożliwia wykonanie pięciu pomiarów liniowych, a także jednego pomiaru kątowego [Kovacs i wsp. 2006]. Pierwszy etap stanowi wyznaczenie wysokości gałęzi żuchwy (RH) dla strony lewej i prawej. Uzyskuje się to dzięki poprowadzeniu linii pomiędzy dwoma punktami, najbardziej wysuniętym w górę na wyrostku kłykciowym, a punktem Gonion. Między punktem (Go-Pog) dokonuje się pomiaru długości żuchwy (CL). W obu przypadkach punkt (Go) wyznaczono jako największą wypukłość żuchwy w kierunku tylnym, na przecięciu trzonu i gałęzi żuchwy. RH i CL uznane zostały w tej analizie za pomiary morfologiczne. Kolejne trzy pomiary odnoszą się wartości funkcjonalnych. Pierwszy z nich ukazuje odległość między punktem (Pog), a płaszczyzną środkową - pomiar ten przeprowadzany jest pod kątem prostym do linii środkowej, a uzyskana wartość wyrażona jest w milimetrach. Drugi z nich to odległość pomiędzy punktem stycznym do siekaczy górnych, a płaszczyzną przyśrodkową, natomiast trzeci jest różnicą pomiędzy wysokością prawego i lewego wyrostka kłykciowego. Ostatnim pomiarem, uzupełniającym

metodę Lemosy jest pomiar parametru kąta żuchwy. Zgodnie z metodyką wyznaczany jest on przez linie RH i CL. Wynik tego pomiaru podaje się w stopniach i poddaje analizie porównawczej między stroną lewą, a prawą [Kovacs i wsp. 2006].

Metoda charakteryzuje się licznymi zaletami. Do najistotniejszych należy zaliczyć szybkość pomiarów, możliwość uzyskania zarówno danych morfologicznych, jak i czynnościowych oraz powtarzalność wyników. Do wad zalicza się obecność pomiaru kąтового, którego użyteczność w tego typu badaniach była niejednokrotnie podważana na zdjęciach OPG. Jest to jednak kwestia sporna, ponieważ duża część naukowców uznaje, że pomiary kątowe nie ulegają zaburzeniu [Wolański 2015].

Metoda Levandoskiego - jest metodą pomiaru, polegającą na wyznaczeniu linii pośrodkowej oraz kolejnych 9 linii dla prawej i lewej strony. Najpierw wyznacza się linie łączące najwyższy punkt wyrostka kłykciowego z najniższym punktem ściany oczodołu po obu stronach [Vig, Hewitt 1974]. W miejscu przecięcia tych linii prowadzi się linię biegnącą do najniższego punktu szwu szczęki, co umożliwia wyznaczenie linii pośrodkowej, która powinna przecinać również przegrodę nosa. Następnie wykreśla się linię (L2) prostopadłą do linii pośrodkowej, przechodzącą przez najwyższy punkt wyrostka kłykciowego; w idealnych warunkach powinna łączyć się z tożsamą linią, wyznaczoną po stronie przeciwnej. Linia L3 przechodzi przez najbardziej wysunięte w tył punkty gałęzi żuchwy. Linie L4 są przeprowadzone z linii pośrodkowej (prostopadle) do punktu Gonion po stronie lewej i prawej. W dalszej kolejności wyznacza się linię łączącą punkt styczny siekaczy górnych z najwyższym punktem wyrostka kłykciowego (L5), a linia L6 łączy ten punkt odpowiednio z punktem stycznym siekaczy dolnych. Linia 7. (L7) wyznaczana jest między najwyższym punktem wyrostka kłykciowego a punktem Gonion. Następnie z punktu Gonion wyprowadza się prostą do wyrostka dziobiastego, która stanowi linię 8. (L8). Linia L9 biegnie od guzowatości szczęki do linii pośrodkowej, stanowiąc efektywną długość szczęki. Przebieg płaszczyzny zgryzu (L10) wyznacza się w sposób prostopadły do linii pośrodkowej z najbardziej oddalonego górnego punktu drugiego zęba trzonowego szczęki. Linia L10 powinna być równoległa do płaszczyzny podstawy szczęki [Vig, Hewitt 1974]. Wszystkie linie wyznaczone w metodzie Levandoskiego ukazano na rycinie 18.



Rycina 18. Panoramiczna analiza Levandoskiego [Hides 1994].

Metoda ta jest szeroko stosowana i cieszy się popularnością na całym świecie. Umożliwia ona porównanie strony prawej i lewej żuchwy. Jej dużą zaletą, jest mnogość pomiarów, jakie dzięki niej można pozyskać, co bezpośrednio wpływa korzystnie na dokładność. Wadą natomiast jest czasochłonność, wynikająca z przeprowadzania dużej ilości pomiarów, ponieważ jest to ściśle związane z koniecznością wyznaczenia dużej liczby linii pomiarowych.

3. ZAŁOŻENIA I CEL PRACY

Nowa era w medycynie, a co za tym idzie modele komputerowe głowy wykonane techniką skanowania 3D, pozwalają na dokonywanie precyzyjnych analiz w zakresie wzajemnych zależności między strukturami kostnymi czaszki, a także między nimi i mięśniami twarzy oraz głowy. Brak negatywnego promieniowania w takich badaniach sprawia, że możliwe jest badanie dużych populacji na różnych etapach rozwoju. Badanie licznych populacji umożliwia także analizę stopnia zależności pomiędzy parametrami morfologicznymi głowy, a charakterystyką (grubością, elastycznością) mięśni żwaczowych, które mogą być powiązane z licznymi zaburzeniami układu stomatognatycznego. To potencjalnie może wpłynąć na rozwój diagnostycznej roli ultrasonografii i elastografii, a także być czynnikiem do poszukiwania różnych metod (w tym fizjoterapeutycznych) oddziaływania na mięśnie żwaczowe.

Przed przystąpieniem do badań klinicznych należy najpierw określić możliwe czynniki warunkujące grubość i elastyczność mięśnia żwacza i skroniowego. Jednym z takich czynników może być zmienność w budowie i kształcie czaszki. Stąd celem niniejszych badań była ocena zależności pomiędzy elastycznością i grubością mięśni żwaczowych, a morfologią głowy u dzieci i młodzieży. W oparciu o postawiony cel pracy postanowiono odpowiedzieć na następujące pytania badawcze:

1. Czy istnieje zależność między pomiarami morfologicznymi czaszki a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych?
2. Czy istnieje zależność pomiędzy asymetrią grubości i elastyczności mięśni żwaczowych a pomiarami morfologicznymi czaszki (kierunek morfologiczno-porównawczy)?
3. Czy istnieje zależność pomiędzy pomiarem liniowym przedniej długości twarzy a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych?
4. Czy istnieje zależność pomiędzy wiekiem, płcią, masą ciała a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych?
5. Czy istnieje zależność pomiędzy nawykami żywieniowymi w okresie do 2. roku życia a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych?

Hipotezy robocze (sformułowane na podstawie zaprezentowanych pytań badawczych):

1. Osoby ze zwiększoną grubością i elastycznością mięśni żwaczy cechują się większymi wymiarami czaszki.
2. Osoby ze zwiększoną asymetrią elastyczności i grubości mięśni żwaczowych wykazują jednocześnie asymetrię w budowie czaszki.
3. Osoby ze zwiększoną elastycznością i grubością mięśni żwaczowych nie wykazują zależności z pomiarem liniowym przedniej długości twarzy.
4. Istnieje zależność pomiędzy wiekiem, płcią, masą ciała a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych.
5. Grubość mięśni żwaczowych jest większa u osób, gdzie wcześniej wprowadzono do diety pokarmy stałe.

4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

4.1 Uczestnicy badań

Badania zostały przeprowadzone na grupie dzieci i młodzieży uczęszczających do szkół podstawowych i ponadpodstawowych, znajdujących się na terenie województwa śląskiego. Badania zostały zaakceptowane przez Uczelnianą Lokalną Komisję Bioetyczną i zostały przeprowadzone w dniach od 05 marca 2020 r. do 27 lutego 2021 r. Wszystkie zakwalifikowane osoby zostały poinformowane o przebiegu badań. Rodzice lub opiekunowie prawni wyrazili pisemną zgodę na uczestnictwo w badaniach. Badania przeprowadzono na 39 osobowej grupie dzieci w takich grupach wiekowych jak: 9 lat (5 dzieci), 10 lat (4 dzieci), 11 lat (5 dzieci), 13 lat (14 dzieci), 14 lat (1 dziecko), 15 lat (2 dzieci), 16 lat (8 dzieci), w tym 14 chłopców i 25 dziewcząt. Jedna osoba badana (płci męskiej) została zdyskwalifikowana z powodu zaopatrzenia ortodontycznego.

W celu zakwalifikowania uczestników wzięto pod uwagę ściśle określone warunki.

Warunki włączenia do badań były następujące:

- pisemna zgoda opiekuna prawnego na udział w badaniu dziecka
- stan zdrowia (normalny typowy rozwój dla wieku) bez uchwytnych zmian w układzie twarzoczaszki
- brak aktualnie jakichkolwiek urazów, które ograniczają (choćby minimalnie) możliwość normalnego udziału w badaniu stomatologicznym oraz badaniu USG.

Warunkami wyłączenia z badań były:

- wrodzone wady rozwojowe, takie jak: wrodzony kręcz szyi, zespół Kippla-Feila, osteogenesis imperfecta, achondroplazja, malformacja Arnolda-Chiariego, zespół Ehlersa-Danlosa,
- osoby w trakcie lub po leczeniu ortodontycznym, noszące stałe lub ruchome aparaty retencyjne
- brak zgody na udział w badaniach lub odmowa w trakcie badań oraz niewypełnienie ankiety o stanie zdrowia dziecka.

4.2 Narzędzia badawcze i procedury pomiarowe

4.2.1 Weryfikacja kryteriów włączenia i wyłączenia

Dokonano sprawdzenia kryteriów włączenia i wyłączenia według poniższego porządku:

1. Wywiad z udziałem opiekuna prawnego (w przypadku braku możliwości udziału – wypełnienie ankiety dotyczącej zdrowia dziecka).
2. Analiza szkolnej dokumentacji medycznej.
3. Przeprowadzenie badania stomatologicznego przez lekarza stomatologa.

Na tej podstawie oceniono kryteria włączenia i wyłączenia z badań. Osoby zakwalifikowane zostały poddane procedurze badawczej, opisanej poniżej.

4.2.2. Pomiary głowy - Kinect

Metoda badania obrazowego 3D z użyciem urządzenia Kinect została już wcześniej opracowana i zastosowana w analizie morfometrycznej głów dzieci z wadami kształtu czaszki przez pracowników Katedry Biomechatroniki Politechniki Śląskiej we współpracy z Górnośląskim Centrum Zdrowia Dziecka w Katowicach pod nadzorem dr inż. Edyty Kawlewskiej i jest wynikiem jej wieloletnich doświadczeń w podobnych pracach badawczych [Wolański 2015, Los i wsp. 2015]. W oparciu o te rozwiązania utworzono na potrzeby niniejszych badań stanowisko pomiarowe, na którym przeprowadzono skanowanie głów dzieci. Badanie składało się z następujących elementów:

- krzesła obrotowego pozwalającego utrzymać stałą odległość dziecka od kamery oraz umożliwiającego łatwy obrót dziecka o 360 stopni,
- czujnika ruchu Microsoft Kinect umieszczonego na statywie,
- komputera typu laptop z zainstalowanym oprogramowaniem KScan3D 1.2 służącym do rejestracji kolejnych skanów głowy,
- taśmy mierniczej.

Skan 3D głowy rozumiany jest jako powierzchnia części obiektu rzeczywistego zarejestrowana przez specjalną kamerę, przeniesiona do programu komputerowego w postaci trójwymiarowego elementu, z zachowaniem informacji o jego rzeczywistych wymiarach. Kolorowy obraz o rozdzielczości 640×480 rejestrowany jest przez kamerę

z prędkością 30 klatek/s. Osoby badane zostały wcześniej poinformowane o przebiegu badania oraz odpowiednio do niego przygotowane. Przed przystąpieniem do skanowania wykonano pomiary linijne długości twarzy w punkcie (N-Go) (rycina 19.) oraz pomiar szerokości twarzy pomiędzy zewnętrznymi kącikami oczu (Or.p-Or.l) za pomocą taśmy mierniczej jako pomiary orientacyjne dla danej grupy badawczej (rycina 20.).



Rycina 19. Pomiar liniyjny długości twarzy (N-Go) Źródło – materiał własny.



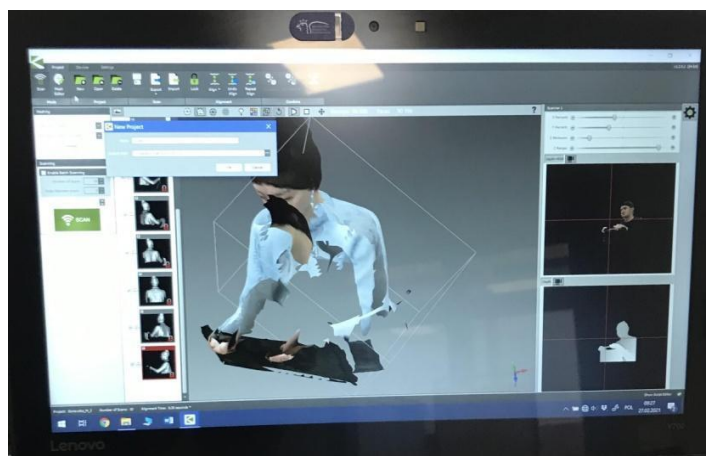
Rycina 20. Pomiar liniyjny szerokości twarzy (Or.p-Or.l). Źródło – materiał własny.

Przygotowanie dziecka do skanowania obejmowało zdjęcie z włosów ozdób, które mogłyby zniekształcić powierzchnię głowy i spowodować powstanie artefaktów. Następnie dziecku nakładano czepek na głowę, nie zakrywając uszu, w celu wyeliminowania błędów pomiarowych wynikających z nieprawidłowego przetwarzania obrazu włosów. Dla poprawnego przeprowadzenia pomiaru konieczny był bezruch, zamknięte oczy, brak pochylenia głowy, a także minimalizacja ruchów całego ciała. Dziecko usadowione było na stołku obrotowym w pozycji siadu kłęznego przodem do oparcia krzesła, a następnie regulowano pozycję czujnika Kinect tak, aby głowa badanego znajdowała się w środku pola widzenia sensora.



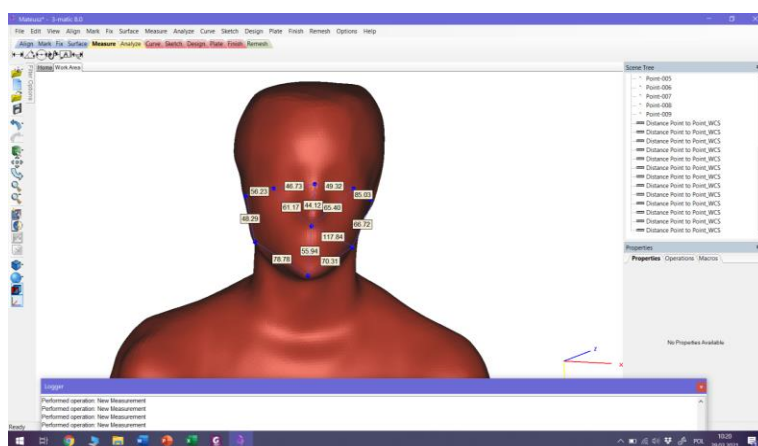
Rycina 21. Stanowisko pomiarowe. Źródło – materiał własny.

U każdego z badanych wykonano serię zdjęć wykonując stopniowo pełny obrót średnio co 30° . W ten sposób uzyskano obrazy wszystkich powierzchni górnej połowy ciała (części twarzowej). Wykonywano zdjęcia głowy z przodu i z boku, z wyłączeniem widoku z góry. Zdjęcia wykonywała osoba obsługująca stanowisko komputerowe i mająca ciągły podgląd uzyskiwanego obrazu (rycina 21.). Liczba wykonanych zdjęć wahała się od 9 do 12 w 3 powtarzanych seriach, w zależności od stopnia współpracy dziecka. Całe badanie dziecka, wraz z przygotowaniem trwało od 5 do 10 minut. Badania były przeprowadzone w pomieszczeniu izolowanym od wszelkich czynników rozpraszających.



Rycina 22. Okno programu KScan3D w trakcie skanowania. Źródło – materiał własny.

Skany poddano obróbce komputerowej obejmującej złożenie modelu, usunięcie zbędnych elementów i nieudanych skanów (rycina 22.). Następnie zaznaczono charakterystyczne punkty antropometryczne umożliwiające pomiar odległości między nimi. Analizie poddane zostały wybrane cechy morfologiczne głowy oparte na szkieletowych i konstrukcyjnych punktach referencyjnych (rycina 23.). Stworzone w ten sposób modele zapisano w formacie .stl, aby możliwe było ich zastosowanie w programie obsługującym ten format plików. W niniejszej pracy wykorzystano oprogramowanie 3-matic Materialise w wersji v8.0, umożliwiającym pomiary odległości pomiędzy punktami referencyjnymi na modelu.



Rycina 23. Okno programu 3-matic v8.0 Materialise, Belgium z importowanym modelem 3D, z oznaczonymi punktami i wymiarami. Źródło – materiał własny.

Podstawą doboru punktów referencyjnych była możliwość odniesienia zmian położenia żuchwy, w stosunku do stałych struktur w obrębie nieruchomych części czaszki.

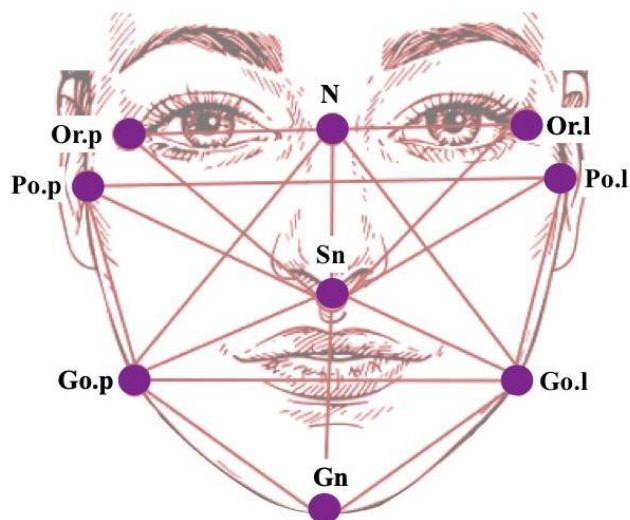
Tabela 1. Punkty referencyjne w obrębie nieruchomych części czaszki. Źródło – opracowanie własne.

OZNACZENIE PUNKTU	NAZWA PUNKTU	OPIS POŁOŻENIA PUNKTU
Zy	Zygion	położony najbardziej bocznie na bocznej powierzchni łuku jarzmowego
N	Nasion	najbardziej do przodu wysunięty punkt szwu nosowo-czołowego w płaszczyźnie strzałkowej, pośrodkowej
Po	Porion	najwyższy punkt rentgenologiczny kostnego otworu słuchowego zewnętrznego

Tabela 2. Punkty referencyjne w obrębie żuchwy. Źródło – opracowanie własne.

OZNACZENIE PUNKTU	NAZWA PUNKTU	OPIS POŁOŻENIA PUNKTU
Pog	Pogonion	najbardziej ku przodowi wysunięty punkt bródki kostnej w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej
Gn	Gnathion	najbardziej ku przodowi i dołowi wysunięty punkt bródki kostnej w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej
Go	Gonion	punkt konstrukcyjny znajdujący się na przecięciu stycznej do gałęzi żuchwy i podstawy żuchwy

Ostatecznie dla realizacji celu pracy wybrane zostały dwie grupy punktów referencyjnych: punkty referencyjne leżące w obrębie nieruchomych części czaszki (tabela 1.), a więc nie zmieniające swojego położenia podczas ruchów żuchwy oraz punkty pomiarowe (tabela 2.) zlokalizowane w obrębie żuchwy.



Rycina 24. Schemat przedstawiający zakresy pomiarowe punktów referencyjnych twarzy. Źródło – materiał własny.

Wszystkie wyżej opisane punkty referencyjne i skonstruowane na ich podstawie pomiary morfologii głowy zostały wyznaczone na modelach trójwymiarowych (rycina 24.), przy wykorzystaniu publikacji poświęconych analizie pomiarów czaszki [Ferrario i wsp. 2001, Wahl 2006]. Na podstawie wyżej omówionych punktów referencyjnych skonstruowano pomiary liniowe (Go-Gn), (N-Gn), dające możliwość przeprowadzenia oceny zmiany położenia żuchwy w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej. Opisane powyżej pomiary długościowe odnoszą się do położenia żuchwy względem podstawy czaszki. Wykorzystując tę metodę i wprowadzając wiele nowych pomiarów liniowych i kątowych, Kroghaus i Kroghman prowadzili badania w zakresie wzrostu i rozwoju części twarzowej czaszki. Badaniom poddano układ stomatognatyczny oraz diagnostyki i etiologii wad zgryzu, a także analizy tkanek miękkich profilu twarzy [Wahl 2006].

4.2.3. Elastografia fali poprzecznej

Kolejny etap badania stanowiła elastografia fali poprzecznej. W tym celu osoba badana przechodziła do kolejnego pomieszczenia, gdzie poddana była badaniu mającemu na celu ocenić grubość i elastyczność mięśnia żwacza i skroniowego po obydwóch stronach twarzy i w dwóch pozycjach (leżącej i siedzącej) Do tego badania zastosowano ultrasonograf posiadający tryb elastografii fali poprzecznej (SWE mode) (Aixplorer, wersja produktu 12.2.0., wersja oprogramowania 12.2.0.808, Supersonic Imagine, Aix-en-Provence, Francja), który wyposażony był w głowicę liniową (2–10 MHz; SuperLinear 10-2, Vermon, Tours, France). W trakcie badania ultrasonograficznego uzyskano obraz badanych tkanek w czasie rzeczywistym. Jest to możliwe dzięki połączeniu działania odpowiedniego przetwornika w połączeniu z echogenicznością badanych tkanek. Każda badana tkanka cechuje się swoją indywidualnością w stosunku do odbijania fali ultradźwiękowej. Rozróżniane struktury: bezechowe (czarne), hypoechogeniczne (szare), hyperechogeniczne (białe). W trakcie badania można również zaobserwować mieszane postacie echogeniczne [Wolny i Linek 2016].

Cała procedura badania obejmowała wyznaczenie punktów pomiarowych na twarzy, potrzebnych do precyzyjnego zobrazowania mięśni żwacza i skroniowego (rycina 25.). Linie wyznaczające obydwie mięśnie przebiegały zgodnie z punktami zamieszczonymi w tabeli 3.

Tabela 3. Linie wyznaczone dla pomiarów ultrasonograficznych mięśnia żwacza i skroniowego. Źródło – opracowanie własne.

Mięsień żwacz	Mięsień skroniowy
1. Kąt żuchwy	1. Łuk kości jarzmowej (na wysokości wyrostka dziobiastego żuchwy przy maksymalnym zaguzkowaniu);
2. Brzeg boczny oczodołu	2. Kresa skroniowa z wykorzystaniem USG;
3. Linia łącząca oba punkty	3. Linia łącząca oba punkty;
4. Prosta prostopadła do linii (3) w odległości 40% od kąta żuchwy	4. Prosta prostopadła do linii (3) w odległości 40% od łuku kości jarzmowej

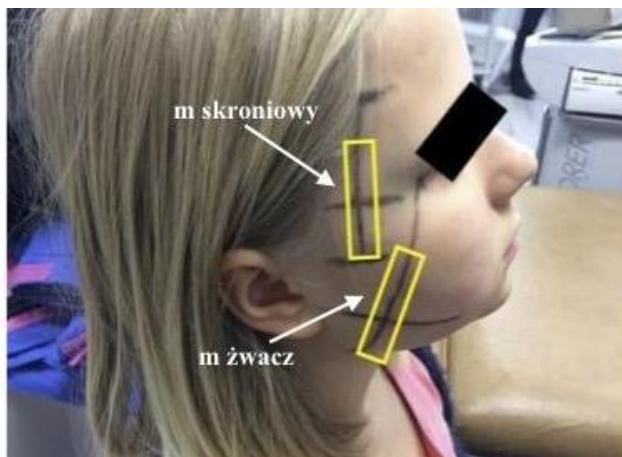
Następnym krokiem było wykonanie badania właściwego poprzez umiejscowieniem głowicy wzdłuż przebiegu włókien mięśniowych. Głowicę ułożono wzdłuż linii łączącej oba punkty, tj. środek głowicy na wysokości 40% od kąta żuchwy (mięsień żwaczowy) i łuku kości jarzmowej (mięsień skroniowy). W celu uniknięcia kompresji badanych tkanek zastosowano hipoalergiczny żel transdukcyjny oraz zwrócono uwagę, aby uniknąć nadmiernego nacisku. Miejsce pomiaru znajdowało się w najgrubszej części mięśnia. Obrazowanie i pomiary wykonano obustronnie u pacjentów leżących na plecach i siedzących na krześle z oparciem pleców, kiedy usta były delikatnie zamknięte z mięśniami w pozycji rozluźnionej (rycina 25.).

Pomiar elastyczności i grubości przeprowadzony został przez osobę z długim stażem pracy w wykonywaniu pomiarów ultrasonograficznych obejmujących analizę morfologiczną mięśni. Przed przystąpieniem do badań właściwych wykonano analizę rzetelności w ocenie parametrów morfologicznych tych mięśni. Uzyskane wyniki spójności i bezwzględnej zgodności w analizie korelacji wewnątrzklasowej ($ICC_{3,1}$ oraz $ICC_{2,2}$) były co najmniej dobre dla wszystkich warunków badania [Linek i wsp. 2020]. Jest to o tyle ważne, że do dziś w literaturze nie przedstawiono wystandaryzowanych procedur badania ultrasonograficznego grubości i elastyczności mięśnia żwacza oraz skroniowego [Blicharz i wsp. 2020]. Należy również zaznaczyć, że pomiary grubości badanych mięśni wysoce korelują z pomiarami pochodzącymi z tomografii komputerowej [Linek, Rogulski, dane niepublikowane].

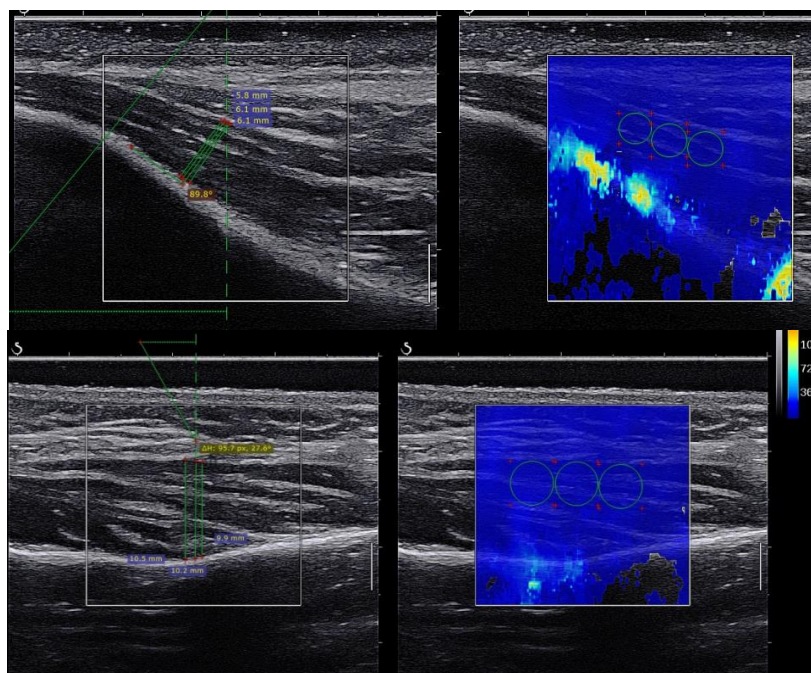
Badanie ultrasonograficzne każdorazowo wykonywane było dwukrotnie w sposób naprzemienny, odpowiednio: prawa i lewa strona oraz ponownie prawa i lewa strona mięśni żwacza i skroniowego. Wyniki uzyskane z pomiarów zostały zapisane w skanerze ultrasonograficznym. Na każdym zdjęciu zastosowano narzędzie ilościowe Q-Box do ilościowego określenia modułu elastyczności (modułu ścinania, modułu Younga) mięśni. Moduł ścinania i moduł Younga, które mają najszerszy zakres dynamiki, są najbardziej odpowiednimi parametrami do oceny elastyczności tkanki i najbliższej wiążą się z tym, co jest odczuwalne w badaniu palpacyjnym [Nowicki, Dobruch-Sobczak 2015].

Wewnątrz powięziowej krawędzi każdego mięśnia umieszczono trzy oddzielne okręgi i automatycznie obliczono elastyczność mięśnia w obrębie okręgu (rycina 26.). Ze względu na potencjalne artefakty ze strony kości, pomiarem elastyczności objęto wyłączenie

ok. 50% powierzchni grubość mięśnia. Za wartość elastyczności mięśni z danego obrazu przyjęto średnią wartość z trzech oddzielnych okręgów. Grubość każdego mięśnia była również mierzona w czasie rzeczywistym na obrazach SWE. Obrazy zapisywano na zewnętrznym nośniku pamięci w formacie JPEG i przenoszono do komputera, gdzie były dalej przetwarzane za pomocą oprogramowania Photoshop (Adobe Systems, Inc., San Jose, Kalifornia, USA) [Şatiroğlu i wsp. 2005].



Rycina 25. Technika wykonania badania grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego. Źródło – materiał własny.



Rycina 26. Obraz badania USG i elastografii mięśni żwacza i skroniowego. Źródło – materiał własny.

4.2.4. Ankieta nawyków żywieniowych.

Dane zebrane w autorskiej ankiecie były niezbędne do zbadania zależności pomiędzy wprowadzeniem sposobu karmienia dziecka do drugiego roku życia (piersią, butelką lub obiema metodami), a grubością i elastycznością mięśni żwaczy. Ankieta rozpoczynała się ogólnym pytaniem otwartym, dotyczącym wieku i wagi dziecka. Pięć sformułowanych pytań było typu alternatywnego, stwarzającego możliwość odpowiedzi TAK/NIE, a pozostałe pięć pytań typu koniunktywnego, pozwalającego na wybór jednej spośród trzech lub czterech możliwych odpowiedzi. Zebrano informacje o czasie wprowadzenia do diety pokarmów stałych jak również czy dziecko chętnie akceptowało taką formę żywienia. Innymi problemami poruszonymi w ankiecie były dane, dotyczące tego czy dziecko ssało kciuk, smoczek lub spało z otwartymi ustami oraz czy występowała wada wymowy. Pytania zadane w ankiecie dotyczące ssania kciuka i spania z otwartymi ustami miały na celu wykluczenie bądź potwierdzenie ich wpływu na prawidłowy wzrost i rozwój zuchwy [aneks nr 1 materiał własny].

4.3 Analiza statystyczna

W celu przeanalizowania występowania zależności pomiędzy wybranymi parametrami morfologicznymi twarzoczaszki, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych, dokonano analizy statystycznej. Dokładna analiza wartości z wykorzystaniem metod statystycznych została przeprowadzona na zasadzie odpowiedzi na poszczególne hipotezy stawiane w poprzednich rozdziałach pracy. Każdy podrozdział stanowi opis metody obliczeń oraz wykorzystywanych metod statystycznych zmierzający do uzyskania odpowiedzi na konkretne stawiane w pracy pytanie badawcze.

Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem programu Matlab 2019b oraz Statistica 13. Zgodność parametrów z rozkładem normalnym sprawdzono testem Shapiro-Wilka. W związku z brakiem występowania rozkładów normalnych we wszystkich zbiorach oraz małą liczebnością zbiorów porównanie różnic pomiędzy podgrupami oparto o testy nieparametryczne. W celu zbadania zależności opartych na monotoniczności przebiegów wyliczono wartości wskaźnika korelacji Spearmana, następnie zbadano istotność

statystyczną uzyskanych wyników i uwzględniono w dalszej analizie wyłącznie wartości istotne statystycznie.

Do porównywania wartości średnich grubości mięśni oraz ich elastyczności wykorzystano test ANOVA Kruskala-Wallisa w przypadku kilku grup, a w przypadku porównania pomiędzy dwoma grupami test U Manna-Whitneya. Uzyskane wartości współczynnika p wpisano do tabel. Wartości $p > 0,05$ wskazują na brak istotnych różnic pomiędzy grupami. W przypadku odnotowania wartości $p < 0,05$, uwzględniono występowanie różnic istotnych statystycznie w grupie. W celu zbadania różnic pomiędzy parami grup, przeprowadzono test post-hoc Dunn. Wyniki porównań pomiędzy parametrami wstawiono jako dodatkowe wiersze tabel.

5. WYNIKI

W nawiązaniu do metodyki analizy danych zarejestrowano wartości grubości i elastyczności mięśni żwacza i skroniowego. Następnie wyniki te uśredniono dla każdej osoby badanej, a w kolejnym kroku dla całej grupy badanej. Tabela 4. pokazuje wartości średnie elastyczności i grubości mięśni żwaczowych dla strony prawej i lewej. Z kolei w tabeli 5. przedstawiono wyniki wskazujące na brak istotnego zróżnicowania analizowanych wartości średnich dla strony prawej i lewej. W związku z tym, że nie istnieją różnice statystyczne między stroną prawą i lewą dla elastyczności i grubości mięśni żwaczowych, wartości z obu stron ciała zostały uśrednione (tabela 6.). Z tego też względu postanowiono w części analiz korelacji wykorzystać wartości średnie elastyczności i grubości mięśni żwaczowych z obu stron ciała (tabela 6.) lub wartości bezwzględne średnich różnic (tabela 7.).

Tabela 4. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla poszczególnych mięśni w badaniu elastyczności i grubości. Źródło – opracowanie własne.

	Pozycja leżąca grubość [mm]				Pozycja siedząca grubość [mm]			
	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona
Średnia [mm]	11,88	11,51	9,59	9,61	10,29	10,31	9,23	9,03
Odchylenie Standardowe [mm]	3,68	1,72	1,81	1,74	1,8	1,61	1,79	1,82
	Pozycja leżąca elastyczność [kPa]				Pozycja siedząca elastyczność [kPa]			
	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona
Średnia [kPa]	11,12	11,56	14,43	13,79	12,79	11,81	14,7	15,74
Odchylenie Standardowe [kPa]	2,81	2,93	4,34	4,19	5,29	4,17	6,32	5,8

Tabela 5. Wyniki testu Wilcoxona oceniającego elastyczność i grubość mięśni żwaczowych dla prawej i lewej strony ciała. Źródło – opracowanie własne.

	Pozycja leżąca grubość [mm]				Pozycja siedząca grubość [mm]			
	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona
p dla testu Wicoxona	0,59		0,77		0,83		0,17	
	Pozycja leżąca elastyczność [kPa]				Pozycja siedząca elastyczność [kPa]			
	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona	Żwacz Lewa Strona	Żwacz Prawa Strona	Skroniowy Lewa Strona	Skroniowy Prawa Strona
p dla testu Wicoxona	0,53		0,64		0,13		0,14	

Tabela 6. Wartości uśrednione grubości i elastyczności mięśni żwaczowych. Źródło – opracowanie własne.

ID	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
B1	11,47	11,23	12,08	10,46	12,18	17,41	7,93	12,77
B2	10,18	9,23	9,18	9,52	8,6	15,18	7,66	11,59
B3	13,4	10,67	10,93	10,85	12,27	12,81	10,14	14,08
B4	13,2	11,24	10,84	8,82	13,48	12,36	15,08	14,81
B5	10,73	9,23	10,06	9,07	10,03	15,61	13,73	12,44
B6	9,32	8,78	8,18	8,57	11,91	12,14	15,67	13,04
B7	9,98	9,04	9,19	9,46	9,37	18,37	9,38	18,55
B8	11,79	11,28	12,69	12,2	8,97	14,47	9,53	16,31
B9	12,27	11,4	10,4	9,34	9,14	10,81	11,08	12,23
B10	10,03	10,6	10,37	9,19	12,65	17,3	11,26	16,13
B11	10,29	10,5	9,34	9,55	12,93	15,79	14,91	12,75
B12	12,69	10,89	11,21	8,23	10,04	8,8	8,73	10,03
B13	9,65	8,2	8,18	8,37	8,58	17,17	12,76	16,51
B14	10,61	8,53	7,68	7,52	12,14	10,63	19,5	9,92
B15	12,79	12,46	12,38	12,85	15,37	11,62	12,18	11,5
B16	9,08	7,97	8,57	9,41	9,47	12,76	11,83	13,26
B17	11,61	7,55	9,16	6,19	7,85	11,63	8,03	11,48
B18	12,39	9,93	12,22	9,05	8,58	8,23	6,22	8,16
B19	10,01	6,78	9,65	7,37	11,83	8,23	10,23	7,81
B20	12,03	7,62	11,57	7,08	15,32	15,57	14,38	11,47
B21	9,47	8,04	8,32	7,18	8,98	10,25	7,4	11,18
B22	10,5	7,83	9,25	7,2	14,3	9,41	7,73	10,26
B23	12,16	9,07	10,73	8,33	11,13	12,9	13,43	13,02
B24	13,82	8,03	12,98	9,73	7,7	7,18	7,26	7,69
B25	10,96	7,02	10,63	6,37	9,35	8,46	6,84	10,61
B26	9,54	6,15	8,93	5,98	9,71	9,13	11,41	12,83
B27	10,2	8,74	7,82	8,55	15,2	19,54	28,8	29,55
B28	15,87	13,35	14,46	13,38	16,15	19,71	13,75	23,35
B29	12,61	9,87	9,66	8,73	9,55	14,24	13,8	27,56
B30	21,19	10,53	10,48	8,7	10,87	21,91	15,58	14,18
B31	11,48	9,7	8,35	9,35	9,68	15,14	13,51	26
B32	9,27	12,1	10,39	10,05	14,59	21,86	13,23	27,94
B33	12,53	9,55	11,3	11,22	13,3	15,92	12,54	20,63
B34	12,19	10,06	9,71	11,25	10,07	14,1	15,25	13,54
B35	11,11	9,72	9,64	9,8	11,25	18,58	20,42	25,44
B36	14,17	9,5	12,72	7,92	9,21	16,24	13,68	15,3
B37	12,63	11,98	12,03	10,95	14,38	18,2	12,32	15,65
B38	11,23	10,54	10,29	9,14	14,91	16,51	10,23	18,74
Wartość Średnia	11,7	9,6	10,3	9,13	11,34	14,11	12,3	15,22
Odchylenie standardowe	2,18	1,65	1,6	1,69	2,41	3,9	4,27	5,74

Legenda: ID badanego

Tabela 7. Wartości bezwzględne różnic elastyczności i grubości mięśni żwaczowych. Źródło – opracowanie własne.

ID	Różnice USG							
	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Pozycja leżąca		Pozycja siedząca		Pozycja leżąca		Pozycja siedząca	
	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz
B1	1,73	3,5	0,95	2,07	5,55	4,25	5,03	1,37
B2	2,2	1,8	2,43	2,67	6,37	0,13	0,55	2,02
B3	0,37	0,57	0,3	1,23	3,28	7,1	7,53	5,92
B4	0,02	1,9	1,17	0,55	0,68	2,72	10,85	4,7
B5	0,75	1,7	2,43	2,75	3,92	0,28	3,28	5,12
B6	1,58	0,1	0,27	2,67	0,78	2,62	4,52	0,33
B7	0,92	2,18	0,12	0,35	1,33	2,53	10,63	0,6
B8	1,78	0,48	0,93	0,02	1,1	1,03	1,22	0,48
B9	1,3	0,23	0,78	1,57	2,92	1,62	1,25	6,22
B10	2	3,7	1,08	0,9	0,9	1,23	2,67	2,55
B11	0,5	0,22	0,5	0,12	6,38	4,6	4,77	5,35
B12	4,25	0,05	1,53	0,35	3,87	0,68	3,8	0,12
B13	0,3	0,03	0,1	0,7	10,63	2,95	0,98	0,18
B14	1,45	0,28	1,13	0,42	3,7	5,28	0,03	19,97
B15	1,92	0,48	3,37	0,48	0,13	2,3	1,13	1,87
B16	0,73	0,6	1,48	0,8	0,42	2,7	6,05	2,5
B17	0,7	0,32	0,68	0,42	1,08	3,83	2,88	2,57
B18	2,2	0,55	2,4	1,4	1,28	1,82	0,72	0,43
B19	0,35	1,35	0,01	0,07	0,33	2,9	0,28	1,72
B20	0,4	0,87	0,43	0,57	9,67	3,43	0,13	5,87
B21	0,18	0,6	0,05	0,13	2,37	0,18	4,92	1,47
B22	0,53	0,73	0,53	0,77	2,08	11,53	1,22	1
B23	1,93	0,55	0,32	0,23	1,07	0,4	3,49	2,05
B24	0,47	0,97	1,23	3,02	0,38	0,93	0,32	1,82
B25	1,87	2,12	2,13	0,98	0,82	0,9	0,82	0,45
B26	0,37	1,15	0,25	1,45	1,92	0,95	1,22	1,52
B27	1,11	0,43	0,92	0,26	0,38	0,94	4,46	3,61
B28	0,47	0,6	1,64	0,05	4,56	2,91	0,97	1,58
B29	1,11	0,92	1,69	0,53	2,38	0,67	1,28	1,34
B30	0,61	21,28	0,07	0,73	1,55	0,17	8,02	5,24
B31	0,93	0,32	0,26	1,06	0,22	0,18	2,79	1,19
B32	0,4	4,27	1,56	1,99	4,82	2,65	3,49	0,5
B33	1,03	0,5	1,13	0,83	1,94	1,96	2,37	1,68
B34	0,38	0,55	0,69	0,27	1,03	0,03	4,38	3,19
B35	0,43	1,55	0,86	0,01	0,67	3	0,41	1,97
B36	0,04	0,23	0,03	0,77	2,84	1,28	0,13	3,51
B37	0,48	0,95	0,46	0,24	1,2	0,88	0,28	2,96
B38	1,65	1,68	1,62	0,32	2,15	2,18	5,95	0,7
Wartość średnia	1,04	1,59	0,99	0,89	2,54	2,26	3,01	2,78
Odchylenie standardowe	0,83	3,39	0,8	0,82	2,47	2,19	2,85	3,33

Legenda: ID badanego

5.1 Analiza związku pomiarów morfologicznych czaszki, a elastyczność i grubość mięśni żwaczowych.

Przeprowadzona analiza w badanej grupie dzieci wykazała występowanie korelacji pomiędzy wartościami średnimi punktów morfologicznych a średnią dla strony prawej i lewej grubością mięśni. Najwyższa korelacja wystąpiła w przypadku grubości mięśnia:

- skroniowego w pozycji leżącej a punktami Go-Gn, Go.p-Go.l.
- Silna korelacja wystąpiła pomiędzy grubością mięśnia:
- skroniowego w pozycji leżącej a punktami Go-Gn, Po-Gn, Go-Sn, Or-Gn, Go.p-Go.l
- skroniowego a punktami Go-Gn, Po-Gn, Go-Sn, Po-Sn, Or-Sn, Or-Gn, Go.p-Go.l

Korelacje na umiarkowanym poziomie wystąpiły pomiędzy grubością mięśnia:

- skroniowego w pozycji leżącej a punktami Go-Gn, Go-Sn, Po-Go,
- żwacza w pozycji siedzącej a punktem Go-Sn,
- skroniowego w pozycji leżącej a punktami Po-Sn,
- Or-Sn, N-Gn,
- skroniowego w pozycji siedzącej a punktem Or.p-Or.l.

Natomiast słabą zależność stwierdzono pomiędzy grubością mięśni:

- żwacza w pozycji leżącej a punktem Go-Gn,
- żwacza w pozycji siedzącej a punktem Go-Sn,
- skroniowego w pozycji siedzącej a punktem Or.p-Or.l.
- skroniowego w pozycji leżącej a punktami N-Gn, Po-Sn oraz punktem Po-Go, gdzie zaobserwowano ujemny związek korelacyjny.

W pozostałych przypadkach nie zaobserwowano istotnych statystycznie zależności pomiędzy badanymi parametrami. Pełną analizę korelacji przedstawia tabela 8.

Tabela 8. Wartości współczynników korelacji pomiędzy wartościami średnimi punktów morfologicznych, a średnią dla strony prawej i lewej grubością mięśni w pozycji leżącej i siedzącej. Źródło – opracowanie własne.

Wartości średnie [mm]	Pozycja leżąca grubość [mm]		Pozycja siedząca grubość [mm]	
	Żwacz	Skroniowy	Żwacz	Skroniowy
Go-Gn	0,33	0,67	NaN	0,59
Po-Gn	NaN	0,54	NaN	0,65
Po-Go	NaN	-0,32	NaN	NaN
Go-Sn	0,38	0,56	0,33	0,59
Po-Sn	NaN	0,37	NaN	0,57
Or-Sn	NaN	0,46	NaN	0,51
Or-Gn	NaN	0,52	NaN	0,53
Go.p-Go.l	NaN	0,64	NaN	0,56
Or.p-Or.l	NaN	NaN	NaN	0,35
N-Gn	NaN	0,38	NaN	NaN
Gn-Sn	NaN	NaN	NaN	NaN

Legenda: Go – Gonion – punkt leżący najbardziej ku dołowi, ku tyłowi i na zewnątrz na kącie żuchwy, Gn – Gnathion – punkt leżący najniżej na dolnej krawędzi żuchwy w płaszczyźnie pośrodkowej, Po – Porion – otwór ucha, Sn – Supranasion – nasada przegrody nosowej, Or – Orbitale – kącik zewnętrzny oka, N – Nasion – punkt leżący na szwie nosowo-czołowym. Dla oznaczenie “p” dla strony prawej oraz “l” dla strony lewej. NaN – brak istotnej statystycznie korelacji.

W badanej grupie dzieci zaobserwowano również zależności korelacyjne pomiędzy wartościami średnimi punktów morfologicznych, a średnią dla strony prawej i lewej elastycznością mięśni (tabela 9.). Najwyższa zależność wystąpiła w przypadku elastyczności mięśni:

- żwacza w pozycji leżącej a punktem Go.p-Go.l,
- skroniowego w pozycji leżącej a punktem Or.p-Or.l.
- skroniowego w pozycji siedzącej a punktem Po-Gn, Po-Sn.

Silny związek wystąpił w przypadku badania zależności pomiędzy elastycznością mięśnia:

- żwacza w pozycji leżącej a punktem Go.p-Go.l,
- żwacza w pozycji siedzącej a punktami Or-Gn, Go.p-Go.l, Or.p-Or.l,
- skroniowego w pozycji leżącej a punktami Go-Gn, po.gn, Po-Sn, Or-Sn, Or-Gn, Go.p-Go.l, Or.p-Or.l,

- skroniowego w pozycji siedzącej a punktami Go-Gn, Po-Gn, Go-Sn, Po-Sn, Or-Sn, Or,-Gn, Go.p-Go.l, Or.p-Or.l, N-Gn, Gn-Sn.

Umiarkowane wartości korelacji wystąpiły pomiędzy elastycznością mięśnia:

- żwacza w pozycji siedzącej a punktami Po-Gn, Po-Sn, Or-Sn, N-Gn,
- skroniowego w pozycji leżącej a punktami Go-Sn, N-Gn.

Najniższe istotne zależności zaobserwowano w przypadku elastyczności mięśnia:

- żwacza w pozycji siedzącej a punktem Po-Gn,
- skroniowego w pozycji leżącej a punktem Go-Sn.

W pozostałych przypadkach nie zaobserwowano zależności pomiędzy badanymi parametrami (tabela 9.).

Tabela 9. Wartości współczynników korelacji pomiędzy wartościami średnimi punktów morfologicznych, a średnią dla strony prawej i lewej elastycznością mięśni. Źródło – opracowanie własne.

		Mięsień Żwacz		Mięsień Skroniowy	
		Leżenie	Siedzenie	Leżenie	Siedzenie
Punkty morfologiczne	Go-Gn	NaN	NaN	0,39	0,42
	Po-Gn	NaN	0,34	0,51	0,65
	Po-Go	NaN	NaN	NaN	NaN
	Go-Sn	NaN	NaN	0,33	0,43
	Po-Sn	NaN	0,37	0,48	0,64
	Or-Sn	NaN	0,37	0,57	0,56
	Or-Gn	NaN	0,44	0,43	0,53
	Go.p-Go.l	0,62	0,4	0,5	0,5
	Or.p-Or.l	NaN	0,39	0,6	0,59
	N-Gn	NaN	0,36	0,37	0,5
	Gn-Sn	NaN	0,42	NaN	0,4

Legenda: Go – Gonion – punkt leżący najbardziej ku dołowi, ku tyłowi i na zewnątrz na kącie żuchwy, Gn – Gnathion – punkt leżący najniżej na dolnej krawędzi żuchwy w płaszczyźnie pośrodkowej, Po – Porion – otwór ucha, Sn – Supranasion – nasada przegrody nosowej, Or – Orbitale – kącik zewnętrzny oka, N – Nasion – punkt leżący na szwie nosowo-czołowym. Dla punktów znajdujących się symetrycznie po obu stronach twarzy wprowadzono dodatkowo oznaczenie “p” dla strony prawej oraz “l” dla strony lewej.

5.2 Analiza zależności pomiędzy asymetrią grubości i elastyczności mięśni żwaczowych, a punktami morfologicznymi czaszki.

Analizie poddano wartości różnic pomiędzy położeniem punktów morfologicznych, określonych dla strony prawej i lewej, względem układu odniesienia wyznaczonego przez system pomiarowy Kinect (tabela 10.) z wartościami różnic grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego w pozycji leżącej i siedzącej (tabela 7.). W celu zbadania zależności opartych na monotoniczności przebiegów wyliczono wartości wskaźnika korelacji Spearmana. Następnie zbadano istotność statystyczną uzyskanych wyników i wyodrębniono wartości istotne statystycznie.

Tabela 10. Wartości uśrednione różnic dla punktów morfologicznych wykonane urządzeniem kinect. Źródło – opracowanie własne.

Różnica odległości punktów morfologicznych							
	Go.p-Gn/ Go.l-Gn	Po.p-Gn/ Po.l-Gn	Po.p-Go.p/ Po.l-Go.l	Go.p-Sn/ Go.l-Sn	Po.p-Sn/ Po.l-Sn	Or.l-Sn/ Or.p-Sn	Or.p-Gn/ Or.l-Gn
Wartość średnia [mm]	1,06	0,62	0,36	-0,26	-0,99	-1,07	-0,87
Odchylenie standardowe [mm]	0,91	1,27	2,2	1,71	2,06	1,96	1,26

Legenda: Go – Gonion – punkt leżący najbardziej ku dołowi, ku tyłowi i na zewnątrz na kącie żuchwy, Gn – Gnathion – punkt leżący najniżej na dolnej krawędzi żuchwy w płaszczyźnie środkowej, Po – Porion – otwór ucha, Sn – Supranasion – nasada przegrody nosowej, Or – orbitale – kącik zewnętrzny oka, N – Nasion – punkt leżący na szwie nosowo-czołowym. Dla punktów znajdujących się symetrycznie po obu stronach twarzy wprowadzono dodatkowo oznaczenie “p” dla strony prawej oraz “l” dla strony lewej.

Analiza danych zawartych w tabeli 11. pokazuje słabą ujemną korelację jedynie pomiędzy różnicą grubości mięśnia żwacza w pozycji leżącej a różnicą punktu morfologicznego Po-Sn oraz słabą dodatnią korelację pomiędzy różnicą grubości mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej a różnicą punktu Go-Gn. Wszystkie pozostałe wartości są nieistotne statystycznie (NaN).

Tabela 11. Stopień korelacji pomiędzy prawą i lewą stroną punktów morfologicznych z wartościami różnic grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego w pozycji leżącej i siedzącej. Źródło – opracowanie własne.

Punkty morfologiczne [mm]			Go-Gn	Po-Gn	Po-Go	Go-Sn	Po-Sn	Or-Sn	Or-Gn
Grubość [mm]	Leżenie	Skroniowy	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	NaN	NaN	NaN	-0,42	NaN	NaN
	Siedzenie	Skroniowy	0,33	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Elastyczność [kPa]	Leżenie	Skroniowy	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	Siedzenie	Skroniowy	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Legenda: Go – Gonion – punkt leżący najbardziej ku dołowi, ku tyłowi i na zewnątrz na kącie żuchwy, Gn – Gnathion – punkt leżący najniżej na dolnej krawędzi żuchwy w płaszczyźnie pośrodkowej, Po – Porion – otwór ucha, Sn – Supranasion – nasada przegrody nosowej, Or – Orbitale – kącik zewnętrzny oka, N – Nasion – punkt leżący na szwie nosowo-czołowym. Dla punktów znajdujących się symetrycznie po obu stronach twarzy wprowadzono dodatkowo oznaczenie “p” dla strony prawej oraz “l” dla strony lewej. NaN – brak istotnej statystycznie korelacji.

5.3 Analiza zależności pomiędzy pomiarem liniowym, a grubością i elastycznością mięśni żwaczowych

W celu sprawdzenia, czy wartości pionowego parametru podziału twarzy będą powiązane z grubością i elastycznością mięśni żwacza i skroniowego, dokonano analizy korelacji wartości średnich wybranych punktów morfologicznych (tabela 12.) z wartościami różnic grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego w pozycji leżącej i siedzącej (tabela 7.). W tym celu obliczono współczynniki korelacji Spearmana dla badanych parametrów. W dalszej części pracy skupiono się jedynie na zależnościach dla których wartość współczynnika korelacji przyjmuje wartość istotną statystycznie.

Tabela 12. Średnie wartości punktów morfologicznych w pomiarze liniowym długości twarzy. Źródło – opracowanie własne.

ID	Średnie wartości punktów morfologicznych			
	Go.p-Go.l [mm]	Or.p-Or.l [mm]	N-Gn [mm]	Gn-Sn [mm]
B1	101,92	83,26	80,29	43,28
B2	94,71	89,43	100,49	60,6
B3	97,15	77,72	97,52	56,6
B4	102,95	77,58	94,86	55,3
B5	88,81	91,31	94,53	59,36
B6	99,3	76,56	95,42	53,48
B7	99,15	79,6	96,04	51,74
B8	81,71	85,05	90,58	49,93
B9	100,75	75,07	105,56	57,8
B10	94,74	81,41	88,87	49,25
B11	109,37	81,71	103,56	53,22
B12	97,55	83,16	100,01	59,22
B13	88,43	74,96	97,16	54,12
B14	91,27	80,94	95,31	56,96
B15	110,62	76,82	88,79	51,41
B16	98,25	78,45	87,94	54,45
B17	88,26	72,77	87,44	48,04
B18	97,09	66,68	91,53	41,59
B19	89,88	61,35	81,77	45,42
B20	95,96	80,42	90,96	48,89
B21	94,23	80,43	90,51	50,3
B22	96,02	78,17	102,94	57,36
B23	89,19	70,75	94,91	58,98
B24	89,98	72,91	86,2	48,57
B25	83,78	87,65	86,99	41,5
B26	86,89	82,17	87,03	44,31
B27	103,47	105,49	102,45	60,24
B28	120,47	107,68	100,91	48,94
B29	105,33	99,01	103,09	66,16
B30	106,41	91,7	89,44	49,65
B31	101,23	102,42	109,65	61,99
B32	118,22	101,51	101,51	57,95
B33	120,41	109,07	101,79	49,91
B34	101,97	100,79	101,37	62,77
B35	99,14	99,23	102,89	65,72
B36	95,2	88,83	92,32	53,71
B37	124,5	101,01	111,12	66,67
B38	106,12	79,85	103,3	55,56
Wartość średnia	99,18	85,08	95,71	53,97
Odchylenie standardowe	10,15	11,7	7,39	6,53

Legenda: ID badanego , Go – Gonion – punkt leżący najbardziej ku dołowi, ku tyłowi i na zewnątrz na kącie żuchwy, Gn – Gnathion – punkt leżący najniżej na dolnej krawędzi żuchwy w płaszczyźnie pośrodkowej, Po – Porion – otwór ucha, Sn – Supranasion – nasada przegrody nosowej, Or – Orbitale – kącik zewnętrzny oka, N – Nasion – punkt leżący na szwie nosowo-czołowym. Dla punktów znajdujących się symetrycznie po obu stronach twarzy wprowadzono dodatkowo oznaczenie “p” dla strony prawej oraz “l” dla strony lewej.

Analizując wartości korelacji zamieszczone w tabeli 13. znajdujemy jedynie umiarkowany związek pomiędzy punktami Go,p-Go,l i grubością mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej, natomiast w przypadku zależności punktów Or,l-Or,p i elastycznością mięśnia żwacza w pozycji leżącej obserwujemy umiarkowany ujemny związek korelacyjny. Wszystkie pozostałe wartości są nieistotne statystycznie (tabela 13.).

Tabela 13. Wartość korelacji wybranych punktów morfologicznych z wartościami różnic grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego w pozycji leżącej oraz siedzącej. Źródło – opracowanie własne.

Punkty morfologiczne [mm]			Go,p-Go,l	Or,p-Or,l	N-Gn	Gn-Sn
Grubość [mm]	Leżenie	Skroniowy	NaN	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	NaN	NaN	NaN
	Siedzenie	Skroniowy	NaN	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	NaN	NaN	NaN
Elastyczność [kPa]	Leżenie	Skroniowy	NaN	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	-0,35	NaN	NaN
	Siedzenie	Skroniowy	0,36	NaN	NaN	NaN
		Żwacz	NaN	NaN	NaN	NaN

Legenda: Go – Gonion – punkt leżący najbardziej ku dołowi, ku tyłowi i na zewnątrz na kącie żuchwy, Gn – Gnathion – punkt leżący najniżej na dolnej krawędzi żuchwy w płaszczyźnie pośrodkowej, Sn – Supranasion – nasada przegrody nosowej, Or – Orbitale – kącik zewnętrzny oka, N – Nasion – punkt leżący na szwie nosowo-czołowym. Dla punktów znajdujących się symetrycznie po obu stronach twarzy wprowadzono dodatkowo oznaczenie “p” dla strony prawej oraz “l” dla strony lewej, NaN – brak istotnej statystycznie korelacji.

5.4 Analiza zależności pomiędzy elastycznością i grubością mięśni żwaczowych i skroniowych, a płcią, wiekiem i masą ciała

Realizując kolejne cele stawiane w pracy przeprowadzono analizę zależności pomiędzy wiekiem, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych z podziałem na płeć. Na podstawie badań opartych na monotoniczności przebiegów wyliczono wartości

wskaźnika korelacji Spearmana. Następnie zbadano istotność statystyczną uzyskanych wyników i uwzględniono w opisie wyłącznie wartości istotne statystycznie. Analiza wartości grubości mięśni i ich elastyczności wykazała brak istotnych statystycznie różnic pomiędzy wartościami średnimi. Istotne jest zatem uśrednienie wyników pomiędzy stroną prawą i lewą wszędzie, gdzie są wykorzystywane wartości związane ze średnią grubością i elastycznością. Z kolei dla korelacji można wykorzystać wartości średnie, niemniej jednak uśrednienie położenia punktów morfologicznych oraz uśrednienie wartości grubości i elastyczności mięśni obniża wartość wynikową obliczonej korelacji. W celu polepszenia dokładności korelacji zdecydowano się zatem na analizę zależności osobno dla strony prawej i lewej. Wyniki potwierdzają słuszność tego wyboru, ponieważ np. dla grubości mięśnia skroniowego dla strony prawej i wieku możemy stwierdzić istnienie korelacji natomiast dla strony prawej korelacja jest nieistotna statystycznie. W przypadku uśrednienia otrzymamy korelację nieistotną statystycznie.

Analizując uzyskane wyniki dla dziewcząt można zaobserwować słabą korelację pomiędzy wiekiem, a średnią strony prawej dla grubości mięśnia skroniowego w pozycji leżącej oraz dla średniej strony lewej mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej. Dodatkowo zaobserwowano silną korelację pomiędzy wiekiem a elastycznością mięśnia skroniowego dla strony prawej i lewej w pozycji leżącej oraz elastycznością mięśni żwacza i skroniowego po obydwu stronach. Można zatem stwierdzić, że wraz ze wzrostem wieku rosnąć będzie również sztywność mięśnia żwacza w grupie dziewcząt (tabela 14.).

W przypadku analizy grupy chłopców można zaobserwować występowanie silnych korelacji pomiędzy wiekiem a grubością mięśnia skroniowego w pozycji leżącej oraz siedzącej dla obydwu stron. W przypadku grubości żwacza korelacja wystąpiła jedynie dla strony prawej w pozycji siedzącej. Silną korelację zaobserwowano w pozycji leżącej dla wieku i elastyczności mięśnia skroniowego po stronie prawej i lewej oraz dla żwacza po stronie lewej. Silna korelacja elastyczności w pozycji siedzącej i wieku wystąpiła tylko w przypadku mięśnia skroniowego dla strony prawej (tabela 15.).

Tabela 14. Analiza korelacji pomiędzy średnią elastycznością i grubością mięśni żwaczowych, a wiekiem w grupie dziewcząt. Źródło – opracowanie własne.

Wiek [lata]	Grubość Leżenie [mm]				Grubość Siedzenie [mm]				Elastyczność Leżenie [kPa]				Elastyczność Siedzenie [kPa]			
	Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy	
	Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia	
	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
	NaN	NaN	NaN	0,54	NaN	NaN	0,43	NaN	NaN	NaN	0,61	0,75	0,75	0,52	0,70	0,74

Legenda: L-strona lewa, P- strona prawa, NaN- brak istotnej statystycznie korelacji.

Tabela 15. Analiza korelacji pomiędzy średnią elastycznością i grubością mięśni żwaczowych, a wiekiem w grupie chłopców. Źródło – opracowanie własne.

Wiek [lata]	Grubość Leżenie [mm]				Grubość Siedzenie [mm]				Elastyczność Leżenie [kPa]				Elastyczność Siedzenie [kPa]			
	Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy	
	Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia	
	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
	NaN	NaN	0,82	0,77	NaN	0,57	0,74	0,59	0,73	NaN	0,53	0,80	NaN	NaN	NaN	0,63

Legenda: L- strona lewa, P-strona prawa, NaN-brak istotnej statystycznie korelacji.

Analiza potwierdza również występowanie umiarkowanej korelacji pomiędzy masą ciała u dziewcząt, a średnią grubością mięśnia skroniowego w pozycji leżącej dla strony prawej oraz dla strony lewej w pozycji siedzącej. Zaobserwowano również umiarkowaną zależność korelacyjną pomiędzy elastycznością mięśnia żwacza i skroniowego w pozycji siedzącej, a masą ciała. Dodatkowo z danych zawartych w tabeli 16. można zauważyć umiarkowaną korelację elastyczności mięśnia skroniowego w pozycji leżącej.

W przypadku chłopców zaobserwowano silny związek korelacyjny pomiędzy masą ciała, a grubością mięśni skroniowych podczas leżenia i siedzenia, a w przypadku mięśni żwacza umiarkowany związek korelacyjny tylko dla grubości po stronie prawej w pozycji siedzącej. Dalsza analiza wyników zamieszczonych w tabeli 17. wykazała, że korelacja w grupie chłopców pomiędzy masą ciała a elastycznością w przypadku mięśnia skroniowego w pozycji leżącej dla strony prawej i lewej pokazała się na umiarkowanym poziomie. Zaobserwowano również umiarkowany poziom korelacji pomiędzy masą ciała, a elastycznością mięśnia skroniowego dla strony prawej w pozycji siedzącej. W przypadku

mięśnia żwacza umiarkowaną korelację z elastycznością zaobserwowano tylko po lewej stronie w pozycji leżącej.

Tabela 16. Analiza korelacji pomiędzy masą ciała, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych w grupie dziewcząt. Źródło – opracowanie własne.

Masa ciała [kg]	Grubość Leżenie [mm]				Grubość Siedzenie [mm]				Elastyczność Leżenie [kPa]				Elastyczność Siedzenie [kPa]			
	Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy	
	Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia	
	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
	NaN	NaN	NaN	0,47	NaN	NaN	0,51	NaN	NaN	NaN	NaN	0,56	0,69	0,58	0,52	0,57

Legenda: L- strona lewa, P-strona prawa, NaN-brak istotnej statystycznie korelacji.

Tabela 17. Analiza korelacji pomiędzy masą ciała, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych w grupie chłopców. Źródło – opracowanie własne.

Masa ciała [kg]	Grubość Leżenie [mm]				Grubość Siedzenie [mm]				Elastyczność Leżenie [kPa]				Elastyczność Siedzenie [kPa]			
	Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy		Żwacz		Skroniowy	
	Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia	
	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
	NaN	NaN	0,72	0,74	NaN	0,60	0,80	0,81	0,60	NaN	0,60	0,77	NaN	NaN	NaN	0,75

Legenda: L- strona lewa, P-strona prawa, NaN-brak istotnej statystycznie korelacji.

5.5 Analiza wyników ankiety dotyczącej kształtowania nawyków żywieniowych

Ostatnim wątkiem badawczym w niniejszej pracy, była próba określenia zależności pomiędzy poszczególnymi nawykami żywieniowymi, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych. W celu dokonania oceny tej zależności przeprowadzono analizę danych z kwestionariusza i stwierdzono, że w badanej grupie sposób karmienia wpłynął jedynie na wartość elastyczności mięśnia żwacza w pozycji siedzącej (tabela 18.).

W celu doprecyzowania, który sposób karmienia wykazał największe znaczenie na poziom elastyczności tego mięśnia wykonano test post-hoc Dunna. Odnotowano, że większą elastyczność uzyskuje się w przypadku karmienia sposobem mieszanym niż w przypadku karmienia piersią (tabela 19.).

Tabela 18. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla oceny sposobu karmienia dziecka (pytanie 1). Źródło – opracowanie własne.

Ilość osób	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
12	Dziecko karmione piersią							
Średnia arytmetyczna	12,31	9,9	10,1	9,22	11,04	14,37	13,7	14,29
Odchylenie standardowe	3,04	1,15	1,68	1,4	2,01	3,5	3,04	4,25
8	Dziecko karmione butelką							
Średnia arytmetyczna	11,26	10,41	10,3	9,53	12,03	16,45	14,2	19,67
Odchylenie standardowe	1,02	1,52	1,44	1,65	2,88	3,63	6,53	6,61
18	Dziecko karmione sposobem mieszanym							
Średnia arytmetyczna	11,48	9,05	10,44	8,89	11,23	12,89	10,52	13,86
Odchylenie standardowe	1,75	1,78	1,59	1,84	2,37	3,75	2,7	5,17

Tabela 19. Analiza zależności sposobu karmienia w odniesieniu do parametrów elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych. Źródło – opracowanie własne.

W jaki sposób Pana/Pani dziecko było karmione	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
Wartość p dla testu ANOVA KW	0,75	0,09	0,89	0,57	0,86	0,13	0,04	0,06
Test Dunn	pierś-butelka	-	-	-	-	-	0,61	-
	pierś-mieszany	-	-	-	-	-	0,03	-
	butelką mieszaną	-	-	-	-	-	0,45	-

Ocena wpływu okresu karmienia butelką, w odniesieniu do grubości i elastyczności wykazała istotne różnice w wartościach średnich w przypadku mięśnia żwacza w pozycji siedzącej. Istotnie statystycznie wartości zaobserwowano pomiędzy okresami, gdzie dzieci były karmione piersią, a dziećmi karmionymi w sposób mieszany (tabela 19.).

W przypadku analizy okresów kiedy dzieci były karmione butelką, wartości czasu podzielono na cztery okresy:

I karmienie butelką od 1. dnia do 3. miesiąca życia,

II karmienie butelką od 1. dnia do 6. miesiąca życia,

III karmienie butelką od 1. dnia do 9. miesiąca życia,

IV karmienie butelką od 1. dnia i dłużej aniżeli 9 miesięcy.

Następujący podział dostarczył wartości średnich i odchyłeń standardowych zamieszczonych w tabeli 20. Z kolei analiza statystyczna zamieszczona w tabeli 21. wskazuje, że wyniki różnią się istotnie statystycznie tylko dla mięśnia żwacza w pozycji siedzącej w przypadku elastyczności mierzonej pomiędzy okresem III i IV. Uzyskane w okresie III wartości elastyczności są większe aniżeli w okresie IV.

Tabela 20. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla osób karmionych butelką (pytanie 2.). Źródło – opracowanie własne.

ID/Ilość osób	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
6	od 1. dnia do 3. miesiąca życia							
Średnia arytmetyczna	11,23	8,58	9,88	7,72	10,7	11,44	11,49	16,12
Odchylenie standardowe	1,12	1,69	0,79	1,34	1,72	3,75	4,63	7,42
10	od 1. dnia do 6. miesiąca życia dziecka							
Średnia arytmetyczna	11,58	9,67	10,6	9,78	12,24	14,29	11,79	13,74
Odchylenie standardowe	1,96	1,99	1,72	1,98	2,56	3,18	2,26	4,09
5	od 1. dnia do 9. miesiąca życia							
Średnia arytmetyczna	11,94	9,36	11,38	9,53	10,15	11,8	8,27	12,09
Odchylenie standardowe	1,44	1,21	1,62	1,38	2,19	4,12	2,21	4,67
10	dłużej niż 9 miesięcy							
Średnia arytmetyczna	12,26	9,64	9,66	8,88	10,86	15,26	14,6	15,19
Odchylenie standardowe	3,32	0,93	1,49	0,96	1,53	3,07	2,1	4,04

Tabela 21. Analiza zróżnicowania średnich wartości elastyczności i grubości w zależności od okresu karmienia piersią. Źródło – opracowanie własne.

Jak długo Pani/Pana dziecko było na "piersi"		Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
		Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
		Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
Wartość p dla testu ANOVA KW		0,97	0,41	0,37	0,19	0,49	0,2	0,01	0,2
Test Dunn	wcale - I okres	-	-	-	-	-	-	1	-
	I okres - II okres	-	-	-	-	-	-	0,99	-
	II okres - III okres	-	-	-	-	-	-	0,29	-
	III okres - IV okres	-	-	-	-	-	-	0,00	-

Analiza parametrów otrzymanych z obliczeń statystycznych wykazała, że pośród uczestników badań, grubość mięśnia żwacza i skroniowego, jak i ich elastyczność nie różni się w zależności od tego jak długo dziecko było karmione butelką (tabela 22. i 23.) .

Tabela 22. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe jak długo dziecko było karmione butelką (pytanie 3). Źródło – opracowanie własne.

ID/Ilość osób	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
brak	od 1. dnia do 3. miesiąca życia							
Średnia arytmetyczna	-	-	-	-	-	-	-	-
Odchylenie standardowe	-	-	-	-	-	-	-	-
2	od 3. do 6. miesiąca życia dziecka							
Średnia arytmetyczna	10,86	9,19	9,77	8,17	14,6	12,96	8,98	14,5
Odchylenie standardowe	0,36	1,35	0,52	0,97	0,3	3,55	1,25	4,24
16	od 6. do 9. miesiąca życia							
Średnia arytmetyczna	11,82	9,48	10,02	9	11,38	14,05	13,49	13,55
Odchylenie standardowe	2,81	1,42	1,56	1,39	2,12	3,44	2,82	4,04
20	dłużej niż 9 miesięcy							
Średnia arytmetyczna	11,68	9,74	10,59	9,33	10,98	14,27	11,68	16,62
Odchylenie standardowe	1,62	1,82	1,64	1,91	2,5	4,24	5,05	6,59

Tabela 23. Ocena zróżnicowania średnich wartości elastyczności i grubości mięśni żwaczowych w zależności od okresu karmienia butelką. Źródło – opracowanie własne.

Jak długo Pani/Pana dziecko karmione było butelką	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
Wartość p dla testu ANOVA KW	0,74	0,78	0,73	0,66	0,11	0,81	0,06	0,36

W celu analizy wyników związanych z okresem wprowadzenia pokarmów stałych do diety dzieci, w tabeli 24. zamieszczono wartości średnie oraz odchylenie standardowe grubości i elastyczności mięśni żwacza i skroniowego z podziałem na różne okresy czasu dla badanej grupy. W kolejnym kroku przeprowadzono analizę zależności czasu wprowadzenia pokarmów stałych do diety, w odniesieniu do parametrów elastyczności i grubości mięśni żwaczowych – wyniki analiz zamieszczono w tabeli 25. Interpretując te dane można stwierdzić, że w pozycji leżącej występują zmiany średniej grubości mięśni żwacza i skroniowego w zależności od okresu wprowadzenia u dzieci pokarmów stałych.

Różnice w grubości mięśnia żwacza pojawiły się pomiędzy grupą osób, gdzie wprowadzono pokarmy stałe przed 6. miesiącem życia, a grupą, gdzie wprowadzono pokarmy po 9. miesiącu życia. W przypadku grubości mięśnia skroniowego różnice wystąpiły w grupie osób karmionych po 9. miesiącu życia w stosunku do osób karmionych przed 9. miesiącem życia. W odniesieniu dla mięśnia skroniowego te same różnice zaobserwowano także w pozycji siedzącej. Oznacza to, że większe wartości grubości mięśnia skroniowego w pozycji leżącej i siedzącej zaobserwowano w przypadku wprowadzenia pokarmów stałych po 6. miesiącu życia w stosunku do dzieci, u których pokarmy stałe wprowadzono dopiero po 9. miesiącu. Podobna sytuacja występuje w grubości mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej u dzieci, którym pokarmy stałe wprowadzono po 6. miesiącu życia w stosunku do dzieci, którym te pokarmy wprowadzono po 9. miesiącu. Warto zwrócić uwagę, że w badanej grupie nie zaobserwowano jednak różnicy w grubości mięśnia skroniowego zarówno w pozycji siedzącej, jak i leżącej pomiędzy grupą osób karmionych pokarmami stałymi przed 6. miesiącem życia i po 9. miesiącu życia. Może to być spowodowane tym, że dla grupy „po 9. miesiącu życia” odchylenie standardowe jest znacznie większe aniżeli odchylenie standardowe dla grup pozostałych, a wartość średnia i mediana dla grupy „po 6. miesiącu życia” są mniejsze aniżeli dla grupy „przed 6. miesiącem życia”. W przypadku doboru innej populacji lub w przypadku zwiększenia liczby osób badanych, różnice te powinny wystąpić także pomiędzy grupami „przed 6. miesiącem życia” i „po 9. miesiącu życia”. Wyniki podano w tabeli 25.

Tabela 24. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytania 4. dotyczącego wprowadzenia pokarmów stałych. Źródło – opracowanie własne.

ID/Ilość osób	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
12	przed 6. Miesiącem							
Średnia arytmetyczna	13,27	9,94	10,89	9,42	11,15	14,65	12,24	15,56
Odchylenie standardowe	2,78	1,42	1,7	1,79	2,55	3,98	2,79	5,29
16	od 6. Miesiąca							
Średnia arytmetyczna	11,3	10,09	10,22	9,62	11,47	14,29	12,3	16,75
Odchylenie standardowe	1,44	1,49	1,47	1,49	2,58	3,88	5,45	6,76
10	po 9. Miesiącu							
Średnia arytmetyczna	10,44	8,41	9,73	8	11,37	13,16	12,37	12,35
Odchylenie standardowe	0,84	1,55	1,41	1,32	1,88	3,65	3,53	2,51

Tabela 25. Ocena wyników zależności czasu wprowadzenia pokarmów stałych do diety w odniesieniu do parametrów elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych. Źródło – opracowanie własne.

Kiedy u Pani/Pana dziecka zostały wprowadzone stałe pokarmy	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]				
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie		
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	
Wartość p dla testu ANOVA KW	0,01	0,04	0,25	0,04	0,97	0,7	0,63	0,23	
Test Dunn	przed 6. miesiącem życia od 6. miesiąca życia	0,11	0,91	-	0,88	-	-	-	-
	przed 6. miesiącem życia po 9. miesiącu życia	0,01	0,13	-	0,14	-	-	-	-
	od 6. miesiąca życia po 9. miesiącu życia	0,28	0,04	-	0,04	-	-	-	-

Przyjmując kryteria podziału grup stosowane w niniejszej pracy (tabela 26.) można wywnioskować, że nawyk ssania kciuka nie wpłynął na wartości grubości i elastyczności mięśni żwacza i skroniowego. Wyniki zawarte w tabeli 27. pokazują, że wartości „p” dla grubości mięśnia skroniowego są na granicy różnic.

Tabela 26. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytania 5. czy dziecko ssało kciuk. Źródło – opracowanie własne.

ID/Ilość osób	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
3	Tak							
Średnia arytmetyczna	10,54	7,96	9,57	7,62	10,65	10,46	10,35	10,67
Odchylenie standardowe	1,16	0,94	0,99	0,5	1,22	1,91	2,46	2,16
35	Nie							
Średnia arytmetyczna	11,79	9,74	10,37	9,26	11,4	14,42	12,47	15,61
Odchylenie standardowe	2,22	1,62	1,62	1,7	2,48	3,86	4,35	5,78

Tabela 27. Analiza wpływu ssania kciuka na parametry elastyczności i grubości mięśni żwaczowych. Źródło – opracowanie własne.

Czy Pani/Pana dziecko ssało kciuk	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
Wartość p dla testu U Manna-Whitney'a	0,22	0,08	0,46	0,05	0,61	0,09	0,36	0,1

Przeprowadzone pomiary wykazują, że korzystanie ze smoczka wpływa na grubość mięśnia żwacza w pozycji siedzącej. Stosowanie smoczka wpłynęło na zmniejszenie grubości mięśnia żwacza. Korzystanie ze smoczka nie wpłynęło jednak na elastyczność mięśni żwacza i skroniowego (tabela 28., 29.).

Tabela 28. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytania 6. – „czy dziecko korzystało ze smoczka”. Źródło – opracowanie własne.

ID/Ilość osób	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
3	Tak							
Średnia arytmetyczna	11,46	9,52	9,79	8,84	11,32	14,21	13,11	16,22
Odchylenie standardowe	2,52	1,47	1,42	1,46	2,06	3,92	5,13	6,5
35	Nie							
Średnia arytmetyczna	11,98	9,7	10,94	9,48	11,37	13,98	11,29	13,98
Odchylenie standardowe	1,63	1,84	1,57	1,88	2,78	3,87	2,55	4,3

Tabela 29. Analiza wpływu korzystania ze smoczka na parametry elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych. Źródło – opracowanie własne.

Czy Pani/Pana dziecko korzystało ze smoczka	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
Wartość p dla testu U Manna-Whitneya	0,13	0,87	0,04	0,37	0,88	1	0,31	0,37

Ostatnim krokiem prowadzonych badań była analiza zróżnicowania wartości średnich grubość i elastyczność mięśnia żwacza i skroniowego w odniesieniu do snu dziecka z otwartymi ustami, chęci gryzienia produktów stałych lub występowania wady wymowy. Ocena wyników wykazała, że powyższe zmienne nie mają większego wpływu i są statystycznie nieistotne (tabela 31.).

Tabela 30. Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytań ankietowych dotyczących: spania dziecka z otwartymi ustami, chęci gryzienia produktów twardych oraz wady wymowy pytanie od 7. do 9. Źródło – opracowanie własne.

Ilość osób	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
	Tak							
10	Czy Pani/Pana dziecko śpi z otwartymi ustami?							
Średnia arytmetyczna	11,45	9,79	10,19	9,19	11,45	14,8	12,42	18,56
Odchylenie standardowe	1,27	1,44	1,37	1,52	2,38	3,74	3,48	7,02
31	Czy Pani/Pana dziecko chętnie gryzło produkty twarde?							
Średnia arytmetyczna	11,84	9,84	10,5	9,3	11,52	14,5	12,05	14,99
Odchylenie standardowe	2,3	1,58	1,63	1,65	2,57	3,93	4,16	5,48
10	Czy u Pani/Pana dziecka występuje wada wymowy?							
Średnia arytmetyczna	11,69	9,14	10,54	8,93	10,45	19,71	10,84	16,36
Odchylenie standardowe	1,81	2,08	2,03	2,41	2,72	19,71	3,98	6,34
Nie								
28	Czy Pani/Pana dziecko śpi z otwartymi ustami?							
Średnia arytmetyczna	11,78	9,54	10,35	9,11	11,30	13,86	12,26	14,02
Odchylenie standardowe	2,38	1,68	1,64	1,72	2,38	3,85	4,44	4,57
7	Czy Pani/Pana dziecko chętnie gryzło produkty twarde?							
Średnia arytmetyczna	11,04	8,56	9,43	8,38	10,53	12,37	13,42	16,24
Odchylenie standardowe	1,34	1,42	0,99	1,58	1,13	2,99	4,28	6,22
28	Czy u Pani/Pana dziecka występuje wada wymowy?							
Średnia arytmetyczna	11,70	9,77	10,22	9,20	11,66	14,47	12,82	14,81
Odchylenie Standardowe	2,26	1,40	1,38	1,32	2,17	3,66	4,18	5,35

Tabela 31. Analiza wpływu pozostałych czynności na parametry elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych. Źródło – opracowanie własne.

Wartość p dla testu U Manna-Whitneya	Grubość [mm]				Elastyczność [kPa]			
	Leżenie		Siedzenie		Leżenie		Siedzenie	
	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy	Mięsień Żwacz	Mięsień Skroniowy
Czy Pani/Pana dziecko śpi z otwartymi ustami?	0,95	0,57	0,93	0,92	0,86	0,6	0,77	0,13
Czy Pani/Pana dziecko chętnie gryzło produkty twarde?	0,44	0,11	0,14	0,38	0,56	0,21	0,59	0,9
Czy u Pani/Pana dziecka występuje wada wymowy?	1	0,3	1	0,74	0,12	0,41	0,12	0,77

6. DYSKUSJA

Ultrasonografia układu mięśniowo-szkieletowego to badanie, które stale się rozwija i zyskuje na znaczeniu w codziennej praktyce klinicznej. Jest wykorzystywana przez wiele specjalności medycznych, takich jak: radiologia, ginekologia, ortopedia, medycyna sportowa, anestezjologia, ratownictwo medyczne, pielęgniarstwo czy fizjoterapia. Ultrasonografia jest obiektywnym, szybkim, dynamicznym, porównywalnym i nieszkodliwym (brak promieniowania rentgenowskiego) badaniem, pozwalającym na obrazowanie tkanek w czasie rzeczywistym, przydatnym zarówno w badaniu, jak i terapii układu mięśniowo-szkieletowego [Wolny i wsp. 2016].

Elastografia to stosunkowo nowa technika, w której jednocześnie z obrazem z badania USG możliwe jest badanie szybkości rozprzestrzeniania się fali poprzecznej w tkankach [Dietrich, Dong 2016]. Dzięki czemu możliwe jest wyznaczenie sztywności tkanek, która jest proporcjonalna do szybkości propagacji fali. Z kolei technika skanowania 3D, którą obecnie stosunkowo powszechnie stosuje się w tworzeniu przemysłowych modeli 3D, coraz częściej jest też wykorzystywana w szeroko rozumianej inżynierii biomedycznej, np. do wspomagania projektowania spersonalizowanych protez oraz badań morfometrycznych. W niniejszej dysertacji skanowanie 3D wykorzystywano do tworzenia modelu twarzy. Należy zwrócić uwagę, że wymienione metody diagnostyczne są bezinwazyjne, realizacja pomiarów jest wykonalna niemal w każdych warunkach, sprzęty są w pełni mobilne, a zatem możliwe jest przeprowadzenie badań przesiewowych na dużych grupach osób.

Połączenie elastografii i skanowania 3D stanowiło punkt wyjścia do oceny zależności między wynikami otrzymanymi z obu narzędzi zastosowanych w ocenie układu stomatognatycznego, które przedstawiono w niniejszej rozprawie doktorskiej. Inspiracją do podjęcia badań były często napotykanne przez lekarzy i fizjoterapeutów braki w literaturze, dotyczące morfometrii twarzy, szczególnie u dzieci w wieku rozwojowym, a także brak doniesień na temat związku pomiędzy różnorodnością kształtu twarzy, a parametrami morfologicznymi (w tym przypadku grubości i elastyczności) mięśni żwaczowych. Wykorzystując technikę skanowania 3D, ocenie zostały poddane wybrane punkty referencyjne leżące w obrębie nieruchomych części czaszki, oraz punkty pomiarowe

zlokalizowane w obrębie żuchwy. Wybrane punkty i skonstruowane na ich podstawie pomiary morfologiczne głowy zostały wyznaczone na modelach trójwymiarowych w oparciu o publikację poświęconą analizie pomiarów czaszki [Ferrario i wsp. 2001]. Natomiast dzięki elastografii fali poprzecznej można było jednocześnie wyznaczyć wartość elastyczności i grubości mięśni żwaczowych w pozycji siedzącej i leżącej. Przeprowadzone badania miały więc na celu ocenić stopień powiązania między grubością i elastycznością mięśni żwacza oraz skroniowego a wybranymi punktami morfologicznymi twarzy lewej i prawej strony ciała na grupie dzieci w wieku od 9 do 16 lat.

Analizując obecny stan wiedzy w zakresie omawianej tematyki zauważyć można dwa główne kierunki badań, które zwykle traktowane są odrębnie. Mianowicie – analizy budowy, ontogenezy i rozwoju układu kostnego twarzoczaszki i żuchwy oraz analizy morfologiczne i funkcjonalne mięśni żwaczowych wraz z badaniami ukazującymi biomechaniczne zależności pomiędzy mięśniami twarzy a innymi grupami mięśni – np. mięśniami szyi, czy kręgosłupa. Wydaje się, że łączna analiza układu kostnego wraz z układem mięśniowym jest jednak wysoce pożądana i konieczna, gdyż pozwala na bardziej precyzyjną analizę obu tych elementów w warunkach klinicznych. Przykładowo, istotnym jest określenie wszystkich możliwych czynników (w niniejszej pracy budowa czaszki i żuchwy), które mogą warunkować zmiany w grubości i elastyczności mięśni. Grubość i elastyczność mięśni może być powiązana z różnymi zaburzeniami klinicznymi takimi jak np. parafunkcje zwarciove (bruksizm) [Quezada-Gaon i wsp. 2016] lub uzależnienie od substancji psychoaktywnych [Nowicki i wsp. 2021]. Niniejsza praca próbuje częściowo wypełnić lukę w obecnym stanie wiedzy i weryfikuje stopień zależności pomiędzy elastografią i grubością mięśni żwaczowych a parametrami czaszki i żuchwy u dzieci i młodzieży.

W opracowaniach naukowych, w których istotą jest analiza wzrostu kości, prowadzi się zwykle badania na preparatach lub ewentualnie na modelach 3D pozyskanych z TK. Analizowane są odległości i kąty, ale również znaleźć można szereg bezwymiarowych wskaźników do obiektywnej oceny proporcji poszczególnych kości twarzoczaszki w odniesieniu do ogólnie przyjętych punktów anatomicznych, umożliwiających dokonanie ilościowej oceny [Habets i wsp. 1987, Kambylafkas i wsp. 2006]. Zmiany wielkości

i kształtu elementów kostnych szkieletu twarzoczaszki podlegały licznym badaniom. Autorzy wielu opracowań naukowych wskazali na występowanie dużych różnic morfologicznych twarzy i stwierdzili, że wzorce wzrostu twarzy różnią się w zależności od osoby [Ingervall, Helkimo 1978, Kiliardis 1995, Bakke, Mighler 1991].

Szereg badań wskazuje, że w odróżnieniu od dorosłych, dzieci i młodzież charakteryzują się innymi proporcjami twarzoczaszki, wynikającymi z rozwoju podstawy czaszki, aż do osiągnięcia ostatecznych jej wymiarów. Wynika to z faktu, że chrząstkozrosty podstawy czaszki znacząco wpływają na wzrost i rozwój całej czaszki, przyczyniając się do ewolucji ośrodków kostnienia [Perkowski i wsp. 2020]. Różnice w budowie twarzoczaszki pomiędzy dziećmi a dorosłymi wynikają także ze zmiany fazy uzębienia mieszanego na stałe [Pancherz 1980] oraz z etapów skoku wzrostu żuchwy i szczęki [Mitchell 2013]. Tym samym nie jest możliwe jednoznaczne przenoszenie wyników uzyskanych u dorosłych na dzieci i młodzież (i odwrotnie). W literaturze przedstawione są również badania próbujące określić czynniki warunkujące rozwój żuchwy, związane ze zwiększeniem masy mięśnia żwacza oraz wymiarów twarzy, jak również z przebudową komórek i różnicowaniem tkanek [Spreber 2001]. Uwzględniając ontogenetyczne uwarunkowania rozwoju twarzoczaszki zauważono, że kształt określony jest genetycznie oraz podlega procesom modyfikacji poprzez czynniki środowiskowe [Bastir 2008]. Wzrost i rozwój twarzoczaszki powiązany jest również ze sposobem odżywiania człowieka, jak i przyjęcie postawy pionowej oraz związaną z nią lokomocją [Penin i wsp. 2002]. Z tego też względu w niniejszej pracy podjęto próbę uwzględnienia części czynników środowiskowych i żywieniowych w odniesieniu do mięśni żwaczowych.

Kolejnym elementem wpływającym na rozwój układu kostnego twarzoczaszki są mięśnie stanowiące złożoną jednostkę morfologiczno-czynnościową, która umożliwia poruszanie żuchwy, połączonej ruchomo z czaszką w stawie skroniowo-żuchwowym. Włókna mięśni żucia determinują ruchy występujące w stawie skroniowo-żuchwowym. W związku z tym region skroniowo-żuchwowy poddawany jest działaniu różnych sił w zależności od rodzaju wykonywanego ruchu i bierze aktywny udział w stymulacji rozwoju podstawy czaszki oraz układu nerwowego [Larysz 2018]. Grupą mięśni bezpośrednio oddziałujących na staw skroniowo-żuchwowy są mięśnie żucia i nadgnykowe.

Dwa najważniejsze mięśnie żucia (żwacz i skroniowy) podlegające analizie w prezentowanej pracy są wyczuwalne palpacyjnie i możliwe do zbadania z wykorzystaniem USG [Ariji 2017, Reis i wsp. 2017]. Uwidaczniają się na powierzchni bocznej czaszki. Skurcz mięśnia skroniowego (część środkowa i tylna) bierze udział w ruchach bocznych żuchwy po stronie tożsamej, a część przednia po stronie przeciwnej. Mięsień skroniowy odpowiada za opuszczanie i cofanie żuchwy. Na podobnej zasadzie działa mięsień żwacz, który odpowiedzialny jest za unoszenie żuchwy, obracanie do boków (w kierunku napiętego mięśnia) oraz wysuwanie do przodu [Jagudzka-Mentel i wsp. 2013].

Wpływ mięśni żucia na wzrost twarzoczaszki został już odnotowany w badaniach Kiliardis [1995], gdzie wykazano, że mięśnie żwaczowe wpływają na poprzeczne i pionowe wymiary twarzy. Zwiększone obciążenie szczęki i żuchwy wynikające z nadczynności mięśni żucia mogą prowadzić do zwiększonego wzrostu szwów i rozrostu kości [Kiliardis 1995].

Dostępne badania wskazują na występowaniu interakcji pomiędzy funkcją mięśnia żwacza a wzrostem twarzoczaszki [Kasai i wsp. 1994]. W odniesieniu do dorosłych obserwuje się korelację między wymiarami twarzy a polem przekroju szczękowo-mięśniowego [Aidi 2011]. W literaturze możemy również zaobserwować badania dotyczące korelacji u dorosłych między wymiarami twarzy, a powierzchnią przekroju poprzecznego mięśni żwaczowych mierzoną za pomocą TK [Weijs i wsp. 1986], MRI [Spronsen i wsp. 1991] lub USG [Ruf i wsp. 1994]. Struktura (grubość, elastyczność) mięśni żwaczy oraz skroniowych i ich związek z wymiarami twarzy we wcześniejszym okresie rozwojowym człowieka jest nadal mało zbadanym obszarem. Wcześniej już jednak wspomniano, że wyników uzyskanych dla dorosłych nie można jednoznacznie przenosić na I czy II dekadę życia.

Prawidłowa relacja żuchwy względem szczęki oraz zaciskanie zębów stymuluje właściwy rozwój czaszki u dzieci. Wzrost i rozwój twarzoczaszki to proces biologiczny poddawany wewnętrznej kontroli tkankowej i komórkowej [Kulewicz 2002]. Znaczenie dla prawidłowej pracy żuchwy mają mięśnie szyi i karku, tworzące odpowiednie warunki do wzrostu czaszki [Okeson 2005].

La Touche i wsp. [2011] przeprowadzili badania na pacjentach dorosłych, mające na celu ocenę wpływu postawy ciała ze szczególnym uwzględnieniem kompleksu szyjno-

głowego na maksymalne otwarcie ust u osób, u których stwierdzono dolegliwości bólowe w obrębie układu stomatognatycznego. Wyniki tego doświadczenia pokazują biomechaniczny związek, pomiędzy budową i funkcją kręgosłupa szyjnego, a napięciem mięśni żwaczowych, manifestującym się różnicą w progu bólu uciskowego, w zależności od przyjętej pozycji głowy. Oznacza to, że inne mięśnie, np. szyi i karku, wpływają na funkcje mięśni żwaczowych. Grondin [2017] badał aktywność elektromiograficzną mięśni szyi u młodych dorosłych bez objawów ze strony układu stomatognatycznego, w różnych pozycjach ustawienia głowy w przestrzeni. We wnioskach z jego badań czytamy, że region skroniowo-żuchwowy wpływa na swobodę ruchu górnej części kręgosłupa szyjnego. Wykazał on, że pozycja żuchwy względem szczęki aktywizuje mięśnie żwaczowe, co wpływa na wzmożoną aktywność mięśni szyi. Wysoka aktywność mięśni żwaczowych może zatem prowadzić do zmniejszenia ruchu w odcinku szyjnym kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej. Można zatem pośrednio domniemywać istotną rolę mięśni żwaczowych w rozwoju prawidłowej dynamiki ruchu kręgosłupa szyjnego oraz, w konsekwencji, rozwoju i funkcji czaszki. Wyniki badań Grondin [2017] i La Touche i wsp. [2011] sugerują, że klinicyści powinni skoncentrować uwagę na naturalnej pozycji żuchwy i jej wpływie na ustawienie głowy w przestrzeni, jak również wpływie różnych pozycji ustawienia głowy względem tułowia na napięcie mięśni żwaczowych. Do takich warunków można zaliczyć brak zaburzeń posturalnych, które mogą mieć potencjalne znaczenie w etiologii dysfunkcji układu stomatognatycznego, co stanowi kolejną przesłankę uzasadniającą badania w ramach niniejszej pracy naukowej. W mechanizmie patologii pierwotne zaburzenia postawy dotyczą kończyn górnych lub dolnych i mogą prowadzić do niesymetrycznego napięcia mięśni żwaczowych [Cuccia, Caradonna 2009, Dupas 2009]. W warunkach klinicznych można dostrzec, że wady zgryzu, brak stref podparcia poprzez napięcie mięśni żwaczowych mogą być przyczyną nieprawidłowych, asymetrycznych napięć w obrębie mięśni posturalnych i powodować zaburzenia w postawie ciała [Dupas 2009].

Prezentowana praca i przeprowadzone w niej badania stanowią rozważania na temat, czy istnieje zależność między parametrami morfologicznymi czaszki, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych. Można przyjąć, że grubość i elastyczność zmienia się proporcjonalnie wraz z rozwojem morfologicznym twarzy. Chcąc zweryfikować powyższe

założenie należałoby dokonać powtórnej analizy na tej samej grupie badawczej w odstępie czasowym.

Przeprowadzone badania wykazały występowanie powiązania pomiędzy punktami morfologicznymi, a grubością mięśnia skroniowego. Zależność ta jest najbardziej widoczna w przypadku grubości mięśnia skroniowego, w odniesieniu do dolnego piętra twarzy i długości gałęzi żuchwy, podczas kiedy żwacz nie wykazał istotnego statystycznie związku z punktami morfologicznymi, dotyczącego dolnego piętra twarzy. Obserwacja ta potwierdza wniosek Majewskiego [2007], że kluczową rolę w funkcji ruchu żuchwy ma mięsień skroniowy dla zrównoważonego wzrostu twarzoczaszki. W niniejszych badaniach naukowych nie zaobserwowano istotnego statystycznie związku pomiędzy grubością mięśnia żwacza i skroniowego a punktami morfologicznymi górnego i środkowego piętra twarzy. Pozycja osoby podczas badania nie wykazała istotnego wpływu na grubość mięśnia skroniowego i żwacza w odniesieniu do punktów morfologicznych twarzy. Uzasadnienia tego wyniku doszukiwać się można w jednorodności osób w grupie badawczej pod kątem małego zróżnicowania w pomiarach punktów morfologicznych. Dominacja mięśnia skroniowego w kontekście zależności pomiędzy grubością, a pomiarem dolnego piętra twarzy mogła się uwidocznić w wyniku zwiększonego fizjologicznego zaciskania zębów, adekwatnego do wieku. Powiązanie istnienia pewnych relacji między wielkością mięśnia skroniowego, a cechami metrycznymi i proporcjami czaszki wykazali w swoich badaniach Papillault [1901], Bluntscheli [1926] i Uryson [1962].

Analiza zależności pomiędzy elastycznością mięśni żwaczowych, a punktami morfologicznymi twarzy wykazała istnienie największego związku korelacyjnego z punktami umieszczonymi na zewnątrz krawędzi żuchwy. W stomatologii szerokość żuchwy mierzymy pomiędzy ściśle określonymi punktami [Segner i Hasund 1991, Karłowska 2008]. Nawiązując do tego można wnioskować, że osoby z większymi parametrami szerokości żuchwy charakteryzują się większą sztywnością mięśnia żwacza, a zatem obniżoną jego elastycznością. Podobnie jak w przypadku mięśnia żwacza, mięsień skroniowy również wykazuje zmniejszoną elastyczność u osób z bardziej rozbudowanym piętrzem środkowym twarzy. Jest to spowodowane faktem, iż w procesie wzrostowym kości, przyczepy mięśni żwaczowych oddalają się od siebie. Zachowania te prowadzą do przerostu

mięśni żwaczy w wyniku ich stałego, nadmiernego napięcia i zmiany w kształcie twarzy - tzw. kwadratowa twarz [Haładus i wsp. 2011].

Wykazane w niniejszej pracy obserwacje znajdują potwierdzenie w doniesieniach zaprezentowanych przez Soyoye i wsp. [2018], gdzie w oparciu o badania ultrasonograficzne zaobserwowano zależność pomiędzy grubością mięśnia żwacza, a parametrami cefalometrycznymi. Uzyskane przez nich wyniki wskazały, że grubość mięśnia żwacza u osób z małym kątem żuchwy była istotnie wyższa niż w przypadku normalnego i dużego kąta żuchwy. Tym samym można poprzeć wniosek mówiący o tym, że grubość mięśni żwaczy wpływa na wzrost szczęki [Tircoveluri 2013].

Należy również uściślić, że pomiar elastyczności mięśnia żwacza dotyczył jego powierzchniowej warstwy, czyli włókien leżących na dolnym brzegu łuku jarzmowego i kości jarzmowej. Wynikało to z przyjętych założeń metodologicznych, celem ograniczenia artefaktów związanych z bliskością struktur kostnych. Nawiązując do funkcji warstwy powierzchniowej i głębokiej mięśnia żwacza, warstwa powierzchniowa unosi żuchwę i obraca ją na zewnątrz, a warstwa głęboka cofa wysuniętą żuchwę. Włókna powierzchniowe mięśnia żwacza biegną skośnie, w przeciwieństwie do włókien warstwy głębokiej, które przebiegają pionowo [Mezei i wsp. 2021]. Świadomość na temat występowania tych zależności determinuje możliwość dokonania oceny w celu zapobiegania wadom zgryzu, będących w pewnym stopniu konsekwencją wpływu nieprawidłowej elastyczności i grubości mięśni żwaczy dla określonego typu morfologicznego twarzy. Rani i wsp. [2010] zbadali związek między grubością a morfologią twarzy w odniesieniu do relacji strzałkowo-szkieletowych u osób dorosłych. Ich wyniki pokazały istotną dodatnią korelację między grubością mięśnia żwacza, a tylną wysokością twarzy jak i długością żuchwy. W badaniach własnych ustalono słaby związek korelacyjny w przypadku grubości mięśnia żwacza badanego w pozycji leżącej i siedzącej. Odmienne wyniki mogą być efektem różnych warunków, w których przeprowadzono badania oraz grupy wiekowej poddanej badaniu. Ze względu na brak doniesień naukowych w zakresie badania elastografii należy zwrócić uwagę na potrzebę kontynuacji badań w tym zakresie.

Badania uwzględniały także analizę zależności, że proporcjonalnemu rozmieszczeniu punktów morfologicznych może towarzyszyć odpowiednia proporcja elastyczności i grubości mięśni żwaczowych. Dlatego, aby dokonać prawidłowej oceny,

trzeba precyzyjnie określić, kiedy mamy do czynienia z asymetrią twarzy, a kiedy z jej symetrią. Bishara i wsp. [1994], Boeck i wsp. [2011] stwierdzili, że asymetria twarzy jest często spotykanym zjawiskiem. Występowanie jej szacowane jest na 21-35% populacji ludzi, natomiast uwzględniając przesunięcie punktu Pogonion częstość występowania asymetrii twarzy wzrasta nawet do 80% [Haraguchi i wsp. 2008, Severt, Profft 1997, Samman i wsp. 1992]. Od dawna wiadomo, że gdyby stworzyć twarz pacjenta poprzez lustrzane odbicie niezależnie dla strony prawej i lewej, twarze te byłyby zupełnie inne [Burke 1971]. O pojęciu symetrii w swoich pracach wspomnieli Biagi i wsp. [2012] oraz Peck i wsp. [1991], którzy wskazują, że rozmiar, kształt i położenie struktur twarzoczaszki po obu stronach płaszczyzny strzałkowej wzajemnie współgrają. Z tego właśnie powodu istotne jest, aby wzrost obu tych struktur następował w porównywalnym tempie. Na rozwój twarzowej części czaszki wpływ mają czynniki zarówno zewnętrzne, jak wewnętrzne, które warunkują prawidłowy rozwój układu stomatognatycznego [Gröning i wsp. 2013]. W niniejszych badaniach po przeanalizowaniu wyników punktów morfologicznych twarzy, oznaczanych na zeskanowanych modelach 3D, nie zaobserwowano asymetrii w budowie twarzy – wszystkie pomiary między stroną prawą a lewą były zbliżone.

Wyniki te można tłumaczyć małym zróżnicowaniem populacji badanych dzieci. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że pomimo pewnych ograniczeń technicznych, które wynikają z niedokładności pomiarowych sensora Kinect oraz trudności w budowaniu modeli 3D na podstawie skanów, technika ta stanowi dobrą metodę badawczą do oceny morfologicznej, szczególnie do analizy porównawczej przy analizach wzrostu. W dostępnym piśmiennictwie jest niewiele informacji dotyczących badań asymetrii twarzy w populacji dzieci rosnących, przed okresem skoku rozwojowego, który zazwyczaj przypada na 11.-12. rok życia u dziewcząt oraz 13.-14. rok życia u chłopców [Mitchell 2013].

Przeprowadzone badania wykazały istnienie zależności pomiędzy różnicą wymiaru morfologicznego (Go-Gn) i różnicą grubości mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej. Pozostałe parametry morfologiczne nie wykazywały związku korelacyjnego z grubością mięśni, jak i też z elastycznością mięśni żwacza i skroniowego. Powyższe wyniki można tłumaczyć doborem pozycji siedzącej, która mogła wpłynąć na większy poziom rozluźnienia mięśnia skroniowego pod wpływem działania siły grawitacji. Literatura podaje, że grubość

mięśnia rozluźnionego jest mniej dokładna, ze względu na większą podatność na nacisk głowicy w miejscu jej przykładania [Kiliardis i wsp. 1991, Raadsheer i wsp. 1994]. Wpływ na wynik mogła mieć też zmiana ustawienia głowy w kierunku doprzednim (protrakcji) względem tułowia w trakcie badania. Ważne jest, aby we wczesnym etapie wykryć asymetrię w obrębie twarzoczaszki, gdyż może ona powodować asymetrię w zakresie elastyczności i grubości mięśni. Asymetryczny rozwój twarzoczaszki należy rozumieć jako proces powstawania dysproporcji we wszystkich jej strukturach. Trudno jednoznacznie stwierdzić jaki element odgrywa wiodącą rolę za ten stan – czy rozwój struktury kostnej, czy może jednak układ tkanek miękkich. Niezaprzeczalnym jest fakt, że wystąpienie asymetrii w dalszej konsekwencji prowadzić może do dysfunkcji takich jak: wady zgryzu, wady wymowy, przejście danej strony twarzy jako wiodącej w funkcjach życiowych.

Z uwagi na fakt, że nie prowadzono wcześniejszych badań tego typu, wydawanie ostatecznego werdyktu na temat zależności między grubością mięśni żucia, a odmienną morfologią twarzy we wszystkich zarejestrowanych przypadkach byłoby zbyt przedwczesne. Jedynie długoterminowa obserwacja może dostarczyć dodatkowych informacji odnośnie przyszłych celów klinicznych. Prabhu i wsp. [1994] w swoich badaniach nad pomiarem grubości mięśnia żwacza i skroniowego zaobserwowali, że ultrasonografia jest wysoce niezawodną i dokładną metodą obrazowania. W badaniach tych nie stwierdzono różnic uwarunkowanych wiekiem i płcią badanych pacjentów. Nie odnotowano również zmian w grubości mięśni żwaczowych, ani różnic w morfologii twarzy w badanej grupie.

Wszelkie zaburzenia narządu żucia mogą doprowadzić do różnic w symetrii czaszki i wynikają najczęściej z zaburzonej budowy kości żuchwy lub szczęki albo zaburzonej ich funkcji. Zaburzenia te mogą również prowadzić do przerostu masy mięśniowej i zmniejszenia elastyczności mięśni żwacza i skroniowego. Autorzy prac badawczych na temat żuchwy, tacy jak Melnik [1992], Boeck i wsp. [2011], Borzabadi-Farahni i wsp. [2009] czy Thilander i wsp. [1996], są jednomyślni w kwestii, że występowanie asymetrii lub jej brak, nie mają związku z płcią ani wiekiem. Większość badaczy jest zdania, że w przypadku występowania asymetrii żuchwy - strona prawa jest stroną dominującą [Ferrario i wsp. 1993, Shah, Joshi 1978]. Takie same wyniki otrzymali Viga i Hewitta [1975]. Inne badania jakie przeprowadzili Peck i wsp. [1991] oraz Ferrario i wsp. [2001] w ocenie asymetrii twarzy

u zdrowych nastolatków, wykazały brak różnic w wymiarach strony prawej i lewej. Ideałem jest dążenie do prawidłowych proporcji twarzy. Według Naini i wsp. [2006] pożądanym jest stosunek tak zwanej „złotej proporcji”. Obecnie klinicyści odwołują się do pomiarów opartych na średnich populacyjnych: badaniach wzrostu, zdjęciach cefalometrycznych oraz antropometrii. Mają one jednak pewne ograniczenia, o których wspomnieli Strzałkowska i Lekan [2010]. Naini i Gill [2008] określili estetykę twarzy stanowiącą przesłankę do kompleksowej diagnozy klinicznej.

Podjęto badania nad zależnością pomiędzy pomiarem liniowym przedniej długości twarzy, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych - spodziewano się uzyskać istotnie statystycznie powiązania. Zależności jakie oczekiwano uzyskać dotyczyły związku pomiędzy grubością i elastycznością, a przednią górną i dolną wysokością twarzy oraz szerokością międzygonalną. Badania wykazały jednak brak związku korelacyjnego, co oznacza, że w badanej zbiorowości nie zaobserwowano wpływu jednego parametru na drugi.

Wyniki przedstawione przez innych badaczy różnią się od otrzymanych w niniejszej pracy. Kiliaridis i wsp. [1991] potwierdzili, że grubość mięśnia żwacza jest powiązana ze zmiennością morfologii twarzy głównie u kobiet. Kobiety z chudym żwaczem miały proporcjonalnie dłuższą twarz. Odmienne wyniki zaprezentowali Bakke i wsp. [1992], którzy stwierdzili, że grubość mięśnia żwacza a wymiary twarzy wskazują na ujemną zależność między grubością mięśni, a pionową wysokością twarzy. Biondi i wsp. [2016] podjęli się oceny mięśnia żwacza w różnych pionowych układach szkieletowych i dowiedli, że szerokość międzytrzonowa szczęki, objętość i grubość żwacza uległy znacznemu zmniejszeniu, zgodnie z pionowym układem twarzy. W niniejszej pracy znajdujemy jedynie umiarkowany związek korelacyjny między pomiarem szerokości żuchwy, a elastycznością mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej.

Ogólnie należy wskazać, że w literaturze brak jest danych, dotyczących oceny elastyczności mięśni żwaczowych w odniesieniu do punktów morfologicznych. Dostępne opracowania naukowe opierały się jedynie na wykorzystaniu elastografii do analizy zmian sztywności mięśnia żwacza u pacjentów z bólem mięśniowo-powięziowym powiązany z żuciem [Takashima i wsp. [2017]. Wyniki zaprezentowane przez Takashima i wsp. [2017] pokazują, że większą sztywność mięśnia żwacza zaobserwowano u osób z bólem mięśniowo-powięziowym. Tym samym trudno jest na tym etapie w pełni jednoznacznie

zinterpretować brak lub obecność zależności pomiędzy elastycznością mięśni żwaczowych a morfologią twarzy i żuchwy. Z tego też względu uzyskana w ramach niniejszych badań wyniki należy traktować z dużą ostrożnością i muszą być zweryfikowane na kolejnym (znacznie większym i bardziej różnorodnym) materiale badawczym.

Zależność jaka powstała pomiędzy szerokością żuchwy a elastycznością powinna mieć odzwierciedlenie również w przypadku związku pomiędzy elastycznością, a pozostałymi punktami morfologicznymi. Podobne wnioski dotyczące wpływu grubości twarzy i mięśni żucia a pionowym wzrostem twarzy przedstawili Fikret i wsp. [2005], którzy stwierdzili, że grubość mięśni żwaczy jest istotnie powiązana z pionowym rysem twarzy, co pokazuje, że osoby z grubym żwaczem miały pionowo krótszy rys twarzy. W ocenie odległości między punktami orbitale, leżącymi na krawędziach oczodołów (Or.l-Or.p), a elastycznością mięśnia żwacza w pozycji leżącej - obserwujemy umiarkowany ujemny związek korelacyjny, co powoduje potrzebę znalezienia przyczyny w obszarach innych niż mięśnie żwaczowe. Wpływ na wynik mogły mieć wady postawy kręgosłupa, klatki piersiowej i związane z tym napięcie mięśniowe, które nie było weryfikowane na potrzeby niniejszego projektu. A być może za ten stan odpowiada brak zunifikowanej pozycji leżącej i siedzącej w trakcie badań. Należy zatem przeprowadzić dalsze badania, z uwzględnieniem wyżej wymienionych aspektów. Nie bez znaczenia pozostaje fakt, że otrzymane wyniki mogą być obarczone pewnym błędem spowodowanym zniekształceniem obrazu mięśni przez uchwycenie ślinianki w badaniu elastografii oraz występowaniem artefaktów w procesie skanowania 3D. Jak wiemy umiejscowienie ślinianki jest zmienne osobniczo i u części z badanych osób obraz ultrasonograficzny obejmował ślinianki. U części zaś ślinianki były poza polem obrazowania. To w pewien sposób mogło się przyczynić do powstania zmienności wyników pomiarów morfologicznych mięśnia żwacza. Bez wątpliwości celem weryfikacji wyników i ich dokładności, należałoby w przyszłości przeprowadzić podobne badania na większej grupie, przy wykorzystaniu tych samych metod i narzędzi.

Kolejnym aspektem analizowanym w ramach niniejszej pracy była ocena związku pomiędzy wiekiem, masą ciała, a parametrami ultrasonograficznymi mięśni żwaczowych. Jest to bardzo istotne, gdyż powszechnie znany jest związek pomiędzy grubością mięśni, a wiekiem i masą ciała w grupie młodzieży [Linek 2017]. Z kolei zależność pomiędzy

podstawowymi parametrami antropometrycznymi a elastycznością mięśni w obrazie SWE nie jest u dzieci i młodzieży w ogóle poznana. Toteż aspekt ten jest ważną częścią niniejszej pracy, w której zaobserwowano, że w grupie chłopców i dziewcząt występują zależności pomiędzy wiekiem, masą ciała, a grubością i elastycznością mięśni. Zauważono, że wraz z wiekiem zwiększa się grubość mięśni żwacza i skroniowego, bez względu na stronę i pozycję badanego. Natomiast elastyczność mięśni wraz z wiekiem ulegała zmniejszeniu. Podobne wnioski dotyczące oceny grubości mięśni żwaczowych względem wzrostu i masy ciała przedstawili w swoich badaniach Raadsheer i wsp. [1995], którzy wykazali zmienność grubości zarówno skurczonych, jak i rozluźnionych mięśni żwaczy. Wynik stanowi wartość oczekiwaną, gdyż większość punktów morfologicznych twarzy zmienia swoje położenie, co wpływa na grubość mięśni żwaczowych. Volk i wsp. [2014] przedstawili odmienne wnioski, gdyż rozmiary mięśni wykazały różnice płciowe i specyficzną dla mięśni korelację z masą ciała, ale nie z wiekiem. Szukając odpowiedzi w literaturze czy istnieje zależność pomiędzy wiekiem, elastycznością i grubością mięśni żwacza oraz skroniowego, należy wspomnieć, że wzrost kości warunkuje stymulacja tkankami miękkimi. Moss i wsp. [1997] oraz Palinkas i wsp. [2010] w swoich pracach pokazali powiązanie wieku i płci z grubością mięśni żwacza i skroniowego oraz zależność ze zmianami strukturalnymi i funkcjonalnymi.

Aby jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie: „Czy za obniżenie elastyczności mięśni żwacza i skroniowego bardziej odpowiedzialna jest ich rosnąca masa i objętość, czy może z wiekiem mięśnie zmieniają swoje parametry biomechaniczne?” należy poszerzyć zakres badań, obserwując pojawiające się wraz z wiekiem badanych pacjentów zmiany morfologii mięśni żwaczowych. Spadek masy i siły mięśniowej jest wyraźnym procesem utraty zdolności funkcjonalnych, postępującym z wiekiem i objawiającym się zredukowaniem liczby i wielkości włókien mięśniowych, co jest naturalnym procesem redukcji rezerw funkcjonalnych [Palinkas i wsp. 2010]. Spadek masy mięśniowej może być spowodowany przemianą tkanki mięśniowej w tłuszcz śródmięśniowy, co jest przyczyną zmian elastyczności tkanek i ich zdolności do kompresji.

W odniesieniu do czynników żywieniowych analizowanych w pracy oczekiwano, że grubość mięśni żwaczowych oraz elastyczność będzie pozostawała w bliskim związku z określonym sposobem karmienia. W dostępnej literaturze odnaleźć można bowiem wnioski, że karmienie naturalne wpływa na pobudzenie pracy szczęki i żuchwy poprzez

motorykę języka, powodując prawidłowe ich ukształtowanie, a co za tym idzie właściwy rozwój mięśni żwaczowych. Sum i wsp. [2015] oraz Peres i wsp. [2015] zaobserwowali w badaniach elektromiograficznych mięśni żwaczowych, że zarówno sposób, jak i długość karmienia piersią powinny być uważane za czynnik wspierający prawidłowy rozwój zgryzu oraz czynnik ochrony przed wadami zgryzu. Abate i wsp. [2020] w przeglądzie literaturowym zaobserwowali, że istnieje pewien pozytywny związek między czasem a karmieniem piersią, który prowadzi do zmniejszenia występowania wady zgryzu krzyżowego tylnego. Wnioski zaprezentowane przez autorów pokazują, że dzieci karmione piersią przez okres dłuższy niż 6 miesięcy, mogą wykazywać mniejsze skłonności do wad zgryzu. W niniejszej dysertacji istotnie statystycznie wyniki dotyczyły tylko mięśnia żwacza, w odniesieniu do jego elastyczności. Odnotowano, że większą elastyczność mięśnia żwacza stwierdzono u dzieci karmionych sposobem mieszanym, niż w wypadku dzieci karmionych piersią.

W odniesieniu do osób karmionych butelką spodziewano się zaobserwować mniejszą grubość mięśnia żwacza, natomiast w badanej w niniejszej dysertacji grupie respondentów, grubość mięśnia żwacza i skroniowego, jak i ich elastyczność nie różniła się w zależności od tego, jak długo dziecko było karmione butelką. Zaprezentowane przez innych autorów wyniki dotyczące oceny aktywności mięśni żwacza i skroniowego przy pomocy elektromiografii pokazują, że niższe wartości odnotowali oni u badanych karmionych butelką w stosunku do karmienia piersią [Gomes i wsp. 2006]. Nieprawidłowe napięcie mięśnia żwacza może prowadzić do nieprawidłowej pracy żuchwy utrwalającej tyłożuchwie fizjologiczne, objawiające się zwężeniem szczęki i żuchwy. Viggiano i wsp. [2004] w ocenie sposobu karmienia w swoich badaniach pokazali, że karmienie butelką dwukrotnie zwiększa ryzyko do powstania wad zgryzu (tylnego zgryzu krzyżowego).

U osób u których dominowała dieta w pokarmy stałe, oczekiwano uzyskać większą grubość mięśni, spowodowaną procesem gryzienia wpływających na prawidłowy wzrost i ukształtowanie narządu żucia. Zmiany odnotowano w pozycji leżącej i dotyczyły średniej grubości mięśni żwacza i skroniowego. Dla grubości mięśnia żwacza istotne różnice dotyczyły grupy osób, dla których pokarmy stałe wprowadzono przed 6. miesiącem, a osobami po 9. miesiącu. Z kolei w przypadku mięśnia skroniowego różnice wystąpiły wśród osób po 9. miesiącu w stosunku do osób karmionych przed 9. miesiącem. Może mieć

to związek z faktem, że każdy człowiek w momencie przyjścia na świat wyposażony jest w funkcje niezbędne do przetrwania, w początkowym etapie jest to odruch ssania, a następnie żucia i gryzienia. Rozwój żucia jest podstawową jednostką motoryczną, która kształtuje się przez całe dzieciństwo i wpływa na rozwój mięśni żwaczowych. Simone i wsp. [2018] w swojej pracy przedstawili, że wprowadzenie pokarmów stałych, o różnej strukturze poprawiły kontrolę motoryki żucia i koordynację mięśni żucia.

Analiza prezentowanych wyników badań wykazała, że sposób karmienia miał znaczenie wyłącznie na wartość elastyczności mięśnia żwacza w pozycji siedzącej, w przypadku karmienia dziecka piersią. Wydaje się, że związku tego należy doszukiwać się w zaangażowaniu mięśnia żwacza podczas ssania piersi, jak i czasu karmienia dziecka sposobem naturalnym. Takie spostrzeżenie jest zgodne z sugestiami przedstawionymi przez Tamura i wsp. [1996]. Badanie autorów skoncentrowane było na ruchach, jakie wykonuje język oraz żuchwa podczas tej czynności. Wyniki te potwierdziły korelacje pomiędzy ruchem żuchwy a mięśniami żwaczowymi. Można zatem zdefiniować hipotezę, że karmienie piersią wpływa korzystnie na rozwój mięśni żwaczowych, ponieważ nie obserwujemy w tej grupie badanych mniejszej grubości mięśnia żwacza.

W przeprowadzonych badaniach obserwacje dotyczyły również tego, jakie znaczenie ma sam fakt karmienia dziecka piersią. Stwierdzono, że karmienie dziecka piersią pomiędzy 1. a 9. miesiącem życia nie miało wpływu na parametry elastyczności mięśnia żwacza w pozycji siedzącej. Ponadto ustalono, że grubość mięśnia żwacza i skroniowego, jak i ich elastyczność nie zmienia się w zależności od tego jak długo dziecko było karmione piersią, czy butelką. W literaturze nie znaleziono badań dotyczących czasu i sposobu karmienia na grubość i elastyczność mięśni żwaczowych przeprowadzonych za pomocą ultrasonografii. W poszukiwaniu odpowiedzi, który sposób karmienia wpływa na prawidłową aktywność mięśni żwaczowych znaleziono jedynie informacje opierające się na elektromiografii. Inoue i wsp. [1995] założyli, że istnieją znaczące różnice w rozwoju szczęki i aktywności mięśni pomiędzy niemowlętami karmionymi piersią i butelką. Wyniki tych badań pokazały zmniejszoną aktywność dla mięśni żwaczy u dzieci karmionych butelką. Pewnych sugestii dostarczają wyniki badań dotyczących aktywności mięśni żwacza i skroniowego przy zastosowaniu elektromiografii w odniesieniu do karmienia naturalnego i mieszanego [Gomes i wsp. 2006]. Autorzy zaobserwowali, że żwacz i skroniowy jest mięśniami, który

najbardziej aktywnie uczestniczy w karmieniu piersią natomiast karmienie butelką zmniejsza jego aktywność. Wyniki uzyskane w prezentowanej pracy potwierdzają rezultaty otrzymane w badaniu za pomocą elektromiografii.

W badaniach własnych uwzględniono również jaki wpływ na parametry mięśnia żwacza i skroniowego ma moment wprowadzenia pokarmów stałych do diety. Zmiany odnotowano w pozycji leżącej i dotyczyły średniej grubości mięśni żwacza i skroniowego. Z uzyskanych w niniejszej pracy wyników można wnioskować, że akt żucia ma wpływ na grubość mięśni żwaczowych. Założyć można, że czynne używanie mięśni żwaczy podczas procesu przeżuwania pokarmów może wpływać na budowanie masy mięśniowej w wyżej wymienionych mięśniach. Potwierdzeniem tego są uzyskane w badaniach różnice pomiarów grubości i elastyczności mięśni żwaczowych. Podobnej oceny w zastosowaniu pokarmów o różnej konsystencji podjęli się Kawai i wsp. [2010], oceniając adaptację włókien mięśniowych żuchwy u szczurów za pomocą elektromiografii. Wyniki autorów pokazały, że zastosowanie pokarmów o różnej konsystencji wpływa na aktywność włókien mięśniowych żwacza i skroniowego. Z badań tych dowiadujemy się, że zastosowanie diety o konsystencji miękkiej wpływa na zmniejszenie aktywności mięśni żwacza i skroniowego.

Dla grubości mięśnia żwacza istotne różnice dotyczyły grupy osób, u których pokarmy stałe wprowadzono przed 6. miesiącem życia. Z kolei w przypadku mięśnia skroniowego różnice wystąpiły wśród osób, u których pokarmy stałe wprowadzono po 9. miesiącu, w stosunku do osób karmionych przed 9. miesiącem. Można założyć, że otrzymany wynik jest powiązany z funkcją jaką pełni warstwa powierzchniowa mięśnia żwacza, związana z procesem zamykania szczęki i żuchwy, co jest konieczne podczas jedzenia [Kawai i wsp. 2010]. Wykazane różnice w badaniu, dotyczące okresu wprowadzenia do diety pokarmów stałych skłaniają do poszukiwania związku w funkcji i dynamice rozwoju gryzienia związanej z wiekiem dziecka. W celu dokonania bezpośredniej oceny wpływu wprowadzenia do diety produktów stałych na grubość i elastyczność mięśni żwaczowych oraz porównania z wynikami jakie dostarczyła analiza ankiet - należałoby przeprowadzić badania przy wykorzystaniu metody elastografii fali poprzecznej na podobnej grupie badawczej z uwzględnieniem doboru wiekowego i okresu wprowadzenia produktów stałych. Literatura podaje, że na rozwój morfologii twarzoczaszki może mieć wpływ nawyk żywieniowy [Sardi i wsp. 2006]. Można również wnioskować, że

obciążenia kości są spowodowane głównie skurczami mięśni. Dlatego też uważa się, że napięcia mięśniowe wpływają na procesy adaptacyjne w leżącym poniżej układzie kostnym [Burr 1997, Turner 2000].

Dyskusyjną kwestią jest wynik niniejszych badań sugerujący, że dzieci, które stosowały smoczek badanie elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego nie różniło się w stosunku do dzieci, które smoczka nie używały. Natomiast grubość mięśnia żwacza była mniejsza u dzieci które stosowały smoczek. Jednocześnie w badaniach własnych wykazano, że u dzieci, które były karmione piersią - nie zaobserwowano istotnych zmian grubości mięśnia żwacza, ale zaobserwowano różnicę w pomiarze elastyczności. Można zatem przypuszczać, że opisane wyżej różnice w pomiarach mięśni żwaczowych są spowodowane tym, że podczas ssania piersi dodatkowo mamy do czynienia z przełykaniem pokarmu, które nie występuje podczas ssania smoczka. Przyczyny uzyskanych różnic można się doszukiwać także w innym ułożeniu języka i jego pracy podczas ssania piersi oraz ssania smoczka.

W przypadku badań dotyczących analizy wpływu snu dziecka z otwartymi ustami, gryzienia produktów stałych lub występowania wady wymowy na grubość i elastyczność mięśnia żwacza i skroniowego ustalono, że powyższe zmienne nie mają większego wpływu i są statystycznie nieistotne. Dotychczas nie przeprowadzono jeszcze badań za pomocą elastografii fali poprzecznej oceniającej elastyczność mięśni żwaczowych w stosunku do wyżej wymienionych parametrów u dzieci. Badania Takahashi i wsp. [2004] pokazują wpływ położenia języka na mięśnie skroniowy i żwacz. Zwrócono uwagę, że aktywność mięśnia żwacza i część przednia mięśnia skroniowego jest większa, kiedy język jest w położeniu doprzednim. Skłoniło to autorów do wniosku, że system mięśniowy języka i mięśni żucia jest ściśle ze sobą powiązany. Natomiast nieprawidłowa praca języka może wpływać na zmianę napięcia mięśni żucia, co może być przedmiotem kolejnych badań naukowych.

Podsumowując całość dywagacji związanych ze sposobem karmienia oraz zwyczajami żywieniowymi w pierwszym roku życia, należy wskazać, że część uzyskanych wyników nie pokrywa się z tym czego oczekiwano lub czego należało się spodziewać. Być może wynika to z faktu, że od tego okresu do dnia wykonywania badań minęło co najmniej 9 lat. Tym samym dzieci na przestrzeni tych lat podlegały wielu różnym bodźcom, które

z pewnością wpływały na charakterystykę mięśni żwaczowych, obserwowaną w trakcie niniejszych badań. Wydaje się więc, że celem określenia realnego wpływu wprowadzania pokarmów stałych, czy sposobu karmienia należałoby tego typu badania wykonać w okresie pierwszych kilku lat życia. Wtedy bowiem można doszukiwać się najbardziej transparentnych różnicowań w morfologii tych mięśni. Z innej strony można zaś stwierdzić, że z perspektywy mięśni żwaczowych i w dłuższym okresie obserwacji - nawyki żywieniowe i sposób wprowadzania pokarmów nie ma aż tak dużego znaczenia. Należy pamiętać o innych czynnikach, które jednoznacznie wskazują na tworzenie się prawidłowych nawyków żucia, gryzienia i połykania. W okresie noworodkowym ssanie kształtuje prawidłowy nawyk zwierania warg, jak również unoszenie języka i przesuwanie go do przodu i do tyłu. Te umiejętności są fundamentem żucia i mieszania pokarmu, dzięki złożonym ruchom języka i żuchwy za pomocą mięśni żwaczowych. Zmiana pozycji niemowlaka i swobodne ustawienie jego głowy w przestrzeni wpływa na kształtowanie położenia języka i krtani, wskutek wyrzynania się zębów i rozwoju funkcji żucia. Narząd żucia od 6. do 12.-16. miesiąca życia jest przygotowany do spożycia pokarmów stałych. Około 18. miesiąca życia niemowlęcy typ połykania przekształca się całkowicie w typ połykania właściwego dla osób dorosłych. Charakteryzuje go przyleganie grzbietu języka do podniebienia, praca mięśni żwaczy, ustanie czynności mięśnia okrężnego ust, a także zwarcie zębów przeciwstawnych podczas całego aktu połykania [Sambor 2014].

Świadomość istnienia zależności pomiędzy budową anatomiczną układu stomatognatycznego, a jego czterema podstawowymi funkcjami, jakimi są: jedzenie, mówienie, oddychanie oraz wyrażanie emocji dzięki mięśniom wyrazowym, daje możliwość wczesnego reagowania i eliminowania skutków występowania nieprawidłowości jego rozwoju. Wiedza w połączeniu z dostępnymi technikami pomiarowymi – elastografią fali poprzecznej, skanowaniem i obrazowaniem 3D, z uwzględnieniem prawie nieograniczonej możliwości dokonywania pomiarów antropometrycznych, stanowi dodatkowe narzędzie w walce z dysfunkcjami w obrębie układu stomatognatycznego. Badania dają możliwość rozwijania tego zagadnienia w celu prewencji, stworzenia norm, procedur w diagnostyce i procesie leczenia fizjoterapeutycznego.

Z naukowego obowiązku należy również wspomnieć o ograniczeniach, które wystąpiły podczas prowadzenia niniejszej pracy badawczej. Przeprowadzone badania mogą

być obarczone pewnym błędem z uwagi na niewielką grupę badawczą, czego powodem były wprowadzone ograniczenia w kontaktach, związanych z wystąpieniem epidemii Covid-19. Małe zróżnicowanie wiekowe nie dało możliwości dokonania porównań jakie są związane z naturalnym rozwojem morfologicznym twarzoczaszki. Za zakłócenie wyników może również odpowiadać stres występujący u dzieci podczas badania, który mógł powodować większe zaciśnięcie szczęki. Badania przeprowadzone na dzieciach mogą stwarzać pewne trudności. Ograniczenia precyzji uzyskanych pomiarów mogą także wystąpić w związku z użyciem różnej siły nacisku głowicy urządzenia pomiarowego na tkankę mięśniową. Przeprowadzone badania uwzględniały pomiar parametrów grubości i elastyczności mięśni żwaczowych w fazie rozluźnienia. Nie przeprowadzono badania w trakcie skurczu mięśni żwaczowych, co mogłoby dostarczyć innych (bardziej jednoznacznych) wyników. Badanie ankietowe jakie zostało przeprowadzone w niniejszej pracy było autorskie i nie podlegało żadnej walidacji. Uzyskane wyniki mogły więc być obarczone pewnym błędem. Dodatkowo w ankiecie pytało o zagadnienia występujące przed wieloma laty i mogą z tym łączyć się nieprecyzyjne odpowiedzi.

Z uwagi na uzyskane wyniki badań, w kolejnych badaniach naukowych warto zbadać za pomocą elastografii fali poprzecznej grubość i elastyczność mięśni żwaczowych w świadomej okluzji oraz pozycji spoczynkowej języka. Należy zbadać za pomocą USG mięśnie żwaczowe u dzieci przed 18. miesiącem życia oraz przeprowadzić badanie elastografii mięśni żwaczowych u dzieci z patologicznie zmienionym kształtem twarzoczaszki, np. w przebiegu kraniosynostozy. Wykazane zależności pomiędzy grubością i elastycznością mięśni żwaczowych, a rozwojem morfologicznym twarzoczaszki - skłaniają do podjęcia dalszych badań, z uwzględnieniem pomiarów mięśni żwaczowych w fazie skurczu i rozluźnienia. Wykorzystanie fali poprzecznej stanowić może powszechne narzędzie do zaopatrzenia ortodontycznego osób kwalifikujących się do leczenia wad zgryzu oraz jako metody pomiarowej postępu zastosowanej terapii.

7. WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały powiązanie pomiędzy punktami morfologicznymi czaszki, a elastycznością i grubością mięśnia żwacza i skroniowego. Zależność ta jest najbardziej widoczna w ocenie grubości mięśnia skroniowego. Pozycja osoby badanej nie miała istotnego wpływu na wynik w odniesieniu do punktów morfologicznych.
2. W badanej populacji badania wykazały istnienie zależności pomiędzy różnicą punktów morfologicznych (Go-Gn), a różnicą grubości mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej. Pozostałe parametry morfologiczne nie wykazały związku korelacyjnego pomiędzy grubością a elastycznością mięśnia żwacza i skroniowego.
3. W ocenie zależności pomiędzy pomiarem przedniej długości twarzy, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych zaobserwowano brak powiązania. Ze względu na niejednoznaczne wyniki uzyskane podczas badania, należy je zweryfikować na kolejnym materiale badawczym.
4. Badania wykazały zależność pomiędzy wiekiem, masą ciała a grubością i elastycznością mięśni żwaczowych. Zaobserwowano, że wraz z wiekiem zwiększa się grubość mięśni żwacza i skroniowego, bez względu na stronę i pozycję badania, natomiast elastyczność mięśni uległa zmniejszeniu.
5. W badanej grupie osób grubość mięśnia skroniowego i żwacza oraz elastyczność nie wykazały istotnych statystycznie różnic, co do sposobu karmienia. Zaobserwowano, że sposób karmienia piersią miał wyłącznie wpływ na elastyczność mięśnia żwacza w pozycji siedzącej. W pozostałych sposobach karmienia (butelka, mieszany) zależności nie wykazano.

8. STRESZCZENIE

Wstęp: Popularyzacja kanonów piękna i poczucia estetyki staje się bodźcem do rosnącego znaczenia zagadnień układu stomatognatycznego z szczególnym uwzględnieniem stawów skroniowo żuchwowych oraz zgłębienia problematyki własnego zdrowia. Identyfikacja tego układu przez pacjenta jako podstawowego narzędzia odpowiadającego za główne funkcje życiowe jest czynnikiem determinującym poczucie konieczności do podejmowania niezbędnych działań prewencyjnych i korygujących. Rewolucyjnymi w zakresie diagnostyki mięśni żwaczowych jako metod nieinwazyjnych okazują się obrazowanie w ramach elastografii oraz technologii Kinect 3D, które to stanowią ważny element wpływający na poprawę świadomości fizjoterapeutycznej, mającej kluczowe znaczenie w podjęciu właściwej terapii mięśni żwaczowych oraz profilaktyki w zapobieganiu powstawania wad zgryzu i postawy. Metody te pozwalają na zbadanie zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi punktami morfologicznymi twarzoczaszki, a elastycznością i grubością mięśnia żwacza i skroniowego.

Cel pracy: Celem niniejszej pracy była ocena zależności pomiędzy sztywnością i grubością mięśni żwaczowych, a parametrami morfologicznymi głowy u dzieci i młodzieży, które mogą być powiązane z licznymi zaburzeniami układu stomatognatycznego.

Material i metody: Badania zostały przeprowadzone na 39 osobowej grupie dzieci w wieku od 9 lat do 16 lat. Przed podjęciem badania analizowano uprzednio wypełnioną ankietę lub dokonywano wywiadu z opiekunem dziecka w celu uzyskania informacji o ewentualnych przeciwwskazaniach. Kolejnym krokiem była analiza szkolnej dokumentacji medycznej i badanie stomatologiczne w celu zakwalifikowania danej osoby do dalszej procedury weryfikacyjnej. Badanie główne było podzielone na trzy etapy, gdzie pierwszy etap obejmował wykonanie skanu 3D głowy przy wykorzystaniu czujnika ruchu Microsoft Kinect oraz laptopa z zainstalowanym specjalistycznym oprogramowaniem KScan3D 1.2 w celu rejestracji kolejnych skanów. Przed przystąpieniem do skanowania wykonano pomiary liniowe długości i szerokości twarzy za pomocą taśmy mierniczej. Każda osoba miała wykonane trzy serie zdjęć części twarzowej głowy w liczbie od 8 do 10 klatek. Skany poddawano dalszej obróbce komputerowej gdzie uzyskano złożenie modelu. Po naniesieniu

charakterystycznych punktów antropometrycznych dokonano pomiaru odległości pomiędzy nimi. Analizie poddano wybrane cechy morfologiczne głowy oparte na szkieletowych i konstrukcyjnych punktach referencyjnych leżących w obrębie nieruchomych części czaszki czyli nie zmieniających swojego położenia podczas ruchów żuchwy.

W drugim etapie badania przy pomocy ultrasonografu posiadającego tryb SWE mode (Aixplorer, wersja produktu 12.2.0., wersja oprogramowania 12.2.0.808, Supersonic Imagine, Aix-en-Provence, Francja) wyposażonego w głowicę liniową (2-10 MHz; SuperLineaur 10-2, Vermon, Tours, France) dokonywano dwukrotnego pomiaru grubości i sztywności mięśnia żwacza i skroniowego po obu stronach twarzy w pozycji leżącej i siedzącej. Ostatnim etapem było przeprowadzenie ankiety nawyków żywieniowych w okresie do drugiego roku życia pod kątem określenia wpływu sposobu karmienia oraz rodzaju diety na obecne parametry elastyczności i grubości mięśni żwaczowych.

Wyniki: Na podstawie otrzymanych wyników przeprowadzonych analiz stanowiących podstawę do udzielenia odpowiedzi na postawione w celu niniejszej pracy pytania można przyjąć, że grubość i elastyczność mięśni żwaczowych zmienia się proporcjonalnie wraz z rozwojem morfologicznym twarzy. Przeprowadzono również badania pod kątem odpowiedzi na pytanie czy istnieje zależność pomiędzy asymetrią grubości i sztywności mięśni żwaczowych a kierunkiem morfologiczno porównawczym. Obserwacje wykazały istnienie zależności pomiędzy różnicą punktu morfologicznego Go-Gn i różnicą grubości mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej. Co może świadczyć, że proporcjonalnemu rozmieszczeniu punktów morfologicznych towarzyszy proporcja elastyczności i grubości mięśni żwaczowych. Przeprowadzone badania nad zależnością pomiędzy pomiarem liniowym przedniej długości twarzy a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych nie potwierdziły jednoznacznie hipotezy, że im szersza i dłuższa twarz tym większa grubość i sztywność mięśnia żwacza i skroniowego. Znaleziono jedynie umiarkowany związek korelacyjny między pomiarem szerokości żuchwy a elastycznością mięśnia skroniowego w pozycji siedzącej. Ocena zależności pomiędzy płcią, wiekiem, masą ciała a parametrami mięśni żwaczowych wykazała, że procesowi wzrostu człowieka towarzyszyć będzie wzrost objętości poszczególnych mięśni a tym samym spadek elastyczności, co szczególnie uwidacznia się to u osób o większych wymiarach twarzoczaszki. Proces badań kończyła

ocena wpływu nawyków żywieniowych na grubość i elastyczność mięśnia żwacza i skroniowego. Badania wykazały, że sposób karmienia rzutował na wartość elastyczności mięśnia żwacza w pozycji siedzącej w przypadku karmienia dziecka piersią. Ponadto ustalono, że grubość mięśnia żwacza i skroniowego jak i ich elastyczność nie zmienia się w zależności od tego jak długo dziecko było karmione butelką. Badania dotyczyły również oceny wpływu na parametry mięśnia żwacza i skroniowego momentu kiedy wprowadzono do diety pokarmy stałe. Zmiany odnotowano w pozycji leżącej i dotyczyły średniej grubości mięśni żwacza i skroniowego. Dla grubości mięśnia żwacza istotne różnice dotyczyły grupy osób dla których pokarmy stałe wprowadzono przed 6 miesiącem życia a osobami po 9. miesiącu życia. Z kolei w przypadku mięśnia skroniowego różnice wystąpiły wśród osób po 9. miesiącu życia. Obserwacje jakie były prowadzone w zakresie wpływu stosowania smoczka dostarczyły danych iż wpływa to na zmniejszenie grubości mięśnia żwacza i jest obojętne na poziom elastyczności mięśni żwacza i skroniowego. Z kolei badania dotyczące wpływu snu dziecka z otwartymi ustami, chęć i gryzienie produktów stałych lub występowania wady wymowy na grubość i elastyczność mięśnia żwacza i skroniowego nie przyniosły potwierdzenia, że powyższe zmienne mają istotne znaczenie.

Wnioski: Przeprowadzone badania wykazały, że punkty morfologiczne twarzoczaszki pozostają w bliskiej zależności z grubością i elastycznością mięśni żwaczowych. Zauważono, że u osób o szerszych twarzach mięśnie żwaczowe będą bardziej wydatne i sztywniejsze. Oceniono również, że parametry fizyczne ciała takie jak: wiek, masa ciała, płeć również rzutują na wartości grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego. W tym przypadku zaobserwowano pewną prawidłowość, że dla obu płci z upływem lat oraz przy wzroście masy ciała mięśnie żwaczowe będą grubnąć i cechować się rosnącą sztywnością spoczynkową. Nie bez znaczenia pozostaje również sposób karmienia gdzie np. wprowadzenie pokarmów stałych po 6. miesiącu życia powodowało zwiększoną wartość grubości mięśni skroniowego i żwacza. Świadomość zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi punktami morfologicznymi twarzoczaszki a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych stanowi ważny oręż w profilaktyce oraz leczeniu wad zgryzu i postawy.

9. SUMMARY

Introduction: Popularization of the canons of beauty and the sense of aesthetics becomes a stimulus to the growing importance of the stomatognathic system, with particular emphasis on temporomandibular joints, and to explore the issues of one's own health. Identification of this system by the patient as the basic tool responsible for the main vital functions is a factor determining the sense of necessity to undertake the necessary preventive and corrective actions. Revolutionary in the diagnosis of masseter muscles as non-invasive methods are imaging in the framework of elastography and Kinect 3D technology, which are an important element contributing to the improvement of physiotherapeutic awareness, which is of key importance in starting the proper therapy of the masseter muscles and prophylaxis in preventing the occurrence of malocclusion and posture. These methods make it possible to investigate the relationship between particular morphological points of the craniofacial face and the flexibility and thickness of the masseter and temporal muscles.

Aim of the study: The aim of this study was to assess the relationship between the stiffness and thickness of the masseter muscles and the morphological parameters of the head in children and adolescents, which may be associated with numerous disorders of the stomatognathic system.

Material and methods: The research was carried out on a group of 39 children aged 9 to 16 years. Before starting the study, a previously completed questionnaire was analyzed or an interview with the child's guardian was made in order to obtain information about possible contraindications. The next step was the analysis of school medical records and a dental examination in order to qualify the person for further verification procedure. The main study was divided into three stages, where the first stage consisted of making a 3D scan of the head using the Microsoft Kinect motion sensor and a laptop with specialized KScan3D 1.2 software installed in order to record subsequent scans. Before starting the scan, linear measurements of the length and width of the face were made with a tape measure. Each person had three series of photos of the facial part of the head, ranging in number from 8 to 10 frames. The scans underwent further computer processing where the assembly of the model was obtained. After marking the characteristic anthropometric points, the distance

between them was measured. Selected morphological features of the head based on skeletal and structural reference points lying within the immobile parts of the skull, i.e. not changing their position during mandibular movements, were analyzed.

In the second stage of the examination, using an ultrasound scanner with SWE mode (Aixplorer, product version 12.2.0., Software version 12.2.0.808, Supersonic Imagine, Aix-en-Provence, France) equipped with a linear probe (2-10 MHz; SuperLineaur 10 -2, Vermon, Tours, France), the thickness and stiffness of the masseter and temporal muscles on both sides of the face in the supine and sitting positions were measured twice. The last stage was to conduct a questionnaire of eating habits up to the age of two in order to determine the influence of the feeding method and the type of diet on the current parameters of flexibility and thickness of the masseter muscles.

Results: On the basis of the obtained results of the analyzes, which constitute the basis for answering the questions posed in this paper, it can be assumed that the thickness and elasticity of the masseter muscles changes proportionally with the morphological development of the face. Research was also carried out to answer the question whether there is a relationship between the asymmetry of masseter muscle thickness and stiffness and the morphological and comparative direction. The observations showed a relationship between the difference in the morphological point of Go-Gn and the difference in thickness of the temporal muscle in a sitting position. Which may indicate that the proportional distribution of morphological points is accompanied by the proportion of flexibility and thickness of the masseter muscles. The conducted research on the relationship between the linear measurement of the frontal length of the face and the elasticity and thickness of the masseter muscles did not clearly confirm the hypothesis that the wider and longer the face, the greater the thickness and stiffness of the masseter and temporal muscles. Only a moderate correlation was found between the measurement of the width of the mandible and the flexibility of the temporal muscle in a sitting position. The assessment of the relationship between sex, age, body weight and the parameters of the masseter muscles has shown that the process of human growth will be accompanied by an increase in the volume of individual muscles and thus a decrease in flexibility, which is particularly evident in people with larger craniofacial dimensions. The research process ended with an assessment of the influence of

eating habits on the thickness and elasticity of the masseter and temporal muscles. Studies have shown that the method of feeding influenced the elasticity of the masseter muscle in a sitting position in the case of breastfeeding a child. Moreover, it was found that the thickness of the masseter and temporal muscles as well as their elasticity did not change depending on how long the baby was bottle-fed. The research also concerned the assessment of the influence on the parameters of the masseter muscle and the temporal moment when solid foods were introduced into the diet. The changes were noted in the supine position and concerned the average thickness of the masseter and temporal muscles. For the thickness of the masseter muscle, significant differences were found in the group of people for whom solid foods were introduced before 6 months of age, and those after 9 months of age. On the other hand, in the case of the temporal muscle, differences occurred among people after 9 months of age. Observations that were carried out in terms of the impact of using a pacifier provided data that it reduces the thickness of the masseter muscle and is indifferent to the elasticity of the masseter and temporal muscles. On the other hand, studies on the influence of a child's sleep with their mouths open, the willingness and biting of solid products or the presence of speech impediment on the thickness and elasticity of the masseter and temporal muscles did not confirm that the above variables are of significant importance.

Conclusions: The conducted research has shown that the craniofacial morphological points are closely related to the thickness and elasticity of the masseter muscles. It has been noticed that in people with broader faces, the masseter muscles will be more prominent and stiffer. It was also assessed that the physical parameters of the body, such as age, body weight, and gender, also affect the thickness and elasticity of the masseter and temporal muscles. In this case, a certain pattern was observed that for both sexes, with the passage of years and with increasing body weight, the masseter muscles will thicken and show increasing stiffness at rest. The method of feeding is also important, where, for example, the introduction of solid food after 6 months of age resulted in an increased thickness of the temporal and rumen muscles. Awareness of the relationship between particular morphological points of the craniofacial face and the flexibility and thickness of the masseter muscles is an important weapon in the prevention and treatment of malocclusion and posture.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Abate A., Cavagnetto D., Fama A. i wsp.: Relationship between Breastfeeding and Malocclusion: A Systematic Review of the Literature. *Nutrients* 2020. 12(12): 3688
2. Abdullah R.T., Kuijpers M.A., Berge S.J. i wsp.: Steiner cephalometric analysis; predicted and actual treatment outcome compared. *Orthod Craniofac Res* 2006. 9: 77–83
3. Aidi N.: Zmiany położenia żuchwy pod wpływem działania relaksacyjnej płytki podjęzykowej, Analiza cefalometryczna, Klinika Rehabilitacji Narządu Żucia Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2011
4. Andrew M., McCance., James P. i wsp.: Three–Dimensional Analysis Techniques Part 1. *Cleft Palate Craniofac J* 1997 Jan 34, 1: 36–45
5. Ariji Y., Ariji E.: Magnetic resonance and sonographic imaging of masticatory muscle myalgia in temporomandibular disorder patients. *Jpn Dent Sci Rev* 2017. 53(1):11–17
6. Bailit H., Workman P., Niswander J. i wsp.: Dental Asymmetry as an Indicator of Genetic and Environmental Conditions in Human Populations. *Hum Biol* 1970. 626
7. Bakke M., Mighler L.: Temporalis and masseter muscle activity in patients with anterior open bite and craniomandibular disorders. *Scand J Dent Res* 1991. Jun;99(3): 219–228
8. Bartczyszyn M., Więckiewicz W.: Lokalizacja otworu bródkowego i przebieg pęczka naczyniowo-nerwowego tętnicy bródkowej oraz ich implikacje kliniczne i diagnostyczne. *Dent Forum* 1, 2015. 43: 51–54
9. Bastir M., Rosas A., Stringer C. i wsp.: Effects of brain and facial size on basicranial form in human and primate evolution. *J Hum Evol* 2010. 58(5): 424–431
10. Bastir M.: A systems – model for the morphological analysis of integration and modularity in human craniofacial evolution. *J Anthropol Sci* 2008. 86, 37–58
11. Bedi S., Sharma A.: Management of temporomandibular disorder associated with bruxism. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2009. 27(4): 253–255
12. Biondi K., Lorusso P., Fastuca R. i wsp.: Evaluation of masseter muscle in different vertical skeletal patterns in growing patients. *Eur J Paediatr Dent* 2016. 17(1): 47–52

13. Bishara S.E., Burkey P.S., Kharouf J.G.: Dental and facial asymmetries: a review. *Angle Orthod* 1994; 64: 89–98
14. Björk A., Skieller V.: Facial development and tooth eruption. *Am J Orthod* 1972. 62: 339–383
15. Blicharz G., Rymarczyk M., Rogulski M. i wsp.: Methods of masseter and temporal muscle thickness and elasticity measurements by ultrasound imagining: a literature review. *Curr Med Imaging*, 14 Dec 2020
16. Bloom W., Fawcett D.W.: *A Textbook of Histology*. 8th ed. Philadelphia: WB Saunders Co., 1962
17. Bluntschli H.: Unter Indianern und Riesenschlangen. *Geographische Zeitschrift*, Wiesbaden, 32, 8: 1926. 443
18. Bochenek A., Reicher M.: *Anatomia człowieka: podręcznik dla studentów i lekarzy*. Wyd. 11(7). T. 1: Anatomia ogólna. Kości, stawy i więzadła. Mięśnie. Warszawa: PZWL, 1999
19. Boeck E.M., Lunardi N., Pinto A.D.S. i wsp.: Occurrence of skeletal malocclusions in Brazilian patients with dentofacial deformities. *Braz Dent J* 2011. 22: 340–345
20. Borzabadi-Farahani A., Borzabadi-Farahani A., Eslamipour F.: Malocclusion and occlusal traits in an urban Iranian population. An epidemiological study of 11- to 14-year-old children. *Eur J Orthod* 2009. 31: 477–484
21. Budzińska K.: Wpływ starzenia się organizmu na biologię mięśni szkieletowych. *Gerontologia Polska*. Tom 13, nr 1, 1–7 ISSN 1425–4956
22. Burke P.H.: Growth of the soft tissues of middle third of the face between 9 and 16 years. *Eur J Orthod* 1979. 1: 1–13
23. Burke P.H.: Stereophotogrammetric Measurement of Normal Facial Asymmetry in Children. *Hum Biol* 1971. 4: 536
24. Burr D.B.: Muscle strength, bone mass, and age-related bone loss. *J Bone Mineral Res* 12.10, 1997: 1547–1551
25. Chang P.H., Chen Y.J., Chang K.V.: Ultrasound measurements of superficial and deep masticatory muscles in various postures: reliability and influencers. *Sci Rep* 2020 10(1): 14357
26. Charalampidou M., Kjellberg H., Georgiakaki I. i wsp.: Masseter muscle thickness and mechanical advantage in relation to vertical craniofacial morphology in

- children. *Acta Odontol Scand* 2008 Feb;66(1): 23–30
27. Charalampidou M., Kjellberg H., Soyoye O.A. i wsp.: Relationship between masseter muscle thickness and maxillofacial morphology in pre-orthodontic treatment patients. *Int Orthod* 2018. 16(4): 698–711
 28. Chen X.X., Xia B., Ge L.H. i wsp.: Effects of breast-feeding duration, bottle-feeding duration and oral habits on the occlusal characteristics of primary dentition. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2016. 48(6): 1060–1066
 29. Copray J.C.: Growth of the nasal septal cartilage of the rat in vitro. *J Anat* 1986. 144: 99–111
 30. Cuccia A., Caradonna C.: The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics* 2009. 61 (1): 61–66
 31. Dietrich C.F., Dong Y.: Shear wave elastography with a new reliability indicator. *J Ultrason* 2016. 16: 281–287
 32. Drakonaki E.: Elastografia w obrazowaniu ścięgien i mięśni. *J Ultrason* 2012. 12: 214–225
 33. Dupas P. H.: Dysfunkcja czaszkowo-żuchwowa. Od diagnozy – po szynę zgryzową. 2009
 34. Enlow D.H., Band S.: Growth and development of the human maxilla. *Am J Orthod* 1965. 51: 446–454
 35. Enlow D.H., Hans M.G.: *Essentials of facial growth*. WB Saunders Company, 1996
 36. Enlow D.H.: A Study of the Post-Natal Growth and Remodeling of Bone. *Am J Anat* 1962. 110: 79–101
 37. Ferrario V.F., Sforza C., Ciusa V. i wsp.: The effect of sex and age on facial asymmetry in healthy subjects: A cross-sectional study from adolescence to mid-adulthood. *J Oral Maxillofac Surg* 2001. 59: 382–388
 38. Ferrario V.F., Sforza C., Miani A. i wsp.: Craniofacial morphometry by photographic evaluations. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993. 103: 327–337
 39. Fisher B.: Asymmetries of the Dentofacial Complex. *Angle Orthod* 1954. 24: 179–192
 40. Gadotti I., Hicks K., Koscs E. i wsp.: Electromyography of the masticatory muscles during chewing in different head and neck postures - A pilot study. *J Oral Biol*

Craniofac Res 2020. 10(2): 23–27

41. Gateno J., Xia J.J., Teichgraeber J.F.: Effect of Facial Asymmetry on 2-Dimensional and 3-Dimensional Cephalometric Measurements. *J Oral Maxillofac Surg* 2011. 69: 655–662
42. Geddes D.T., Kent J.C., Mitoulas L.R. i wsp.: Tongue movement and intra-oral vacuum in breastfeeding infants. *Early Hum Dev* 2008. 84(7): 471–477
43. Georgiakaki I., Kiliaridis S.: Masseter muscle thickness and mechanical advantage in relation to vertical craniofacial morphology in children. *Acta Odontol Scand* 2008 66(1): 23–30
44. Gilroy A.M., MacPherson B.R., Wikenheiser J.B.: *Atlas of Anatomy* wyd.4. Thiema 2020
45. Glasser O., Roentgen W.C.: and the discovery of the roentgen rays. *Am J Roentgenol Radium Ther* 1931. 25: 437–450
46. Gomes C.F., Trezza E.M.C., Murade E.C.M. i wsp.: Surface electromyography of facial muscles during natural and artificial feeding of infants. *J de Pediatr* 2006. Mar-Apr 2006. 82(2):103–109
47. Grodzka I., Szarmach I., Bugała-Musiatowicz B.: Zależność między nieprawidłowościami zgryzowymi a parafunkcjami w populacji młodzieży gimnazjalnej w Białymstoku. *Dent Med Probl* 2009. 46, 3, 311–318
48. Grondin F., Hall T., Piekartz von H.: Does altered mandibular position and dental occlusion influence upper cervical movement: A cross-sectional study in asymptomatic people. *Musculoskelet Sci Pract* 2017. 27: 85–90
49. Gröning F., Fagan M., O’Higgins P.: Comparing the Distribution of Strains with the Distribution of Bone Tissue in a Human Mandible: A Finite Element Study. *Anat Rec* 2013. 296: 9–18
50. Habets L.L.M.H., Bezuur J.N., Lopez V.J. i wsp.: The OPG: an aid in TMJ diagnostics. III. A comparison between lateral tomography and dental rotational panoramic radiography (Orthopantomography®)*. *J Oral Reh* 1989. 16: 401–406
51. Habets L.L.M.H., Bezuur J.N., Naeiji M. i wsp.: The Orthopantomogram, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems. *J Oral Reh* 1988. 15: 465–471
52. Habets L.L.M.H., Bezuur J.N., Ooij C.P. i wsp.: The orthopantomogram, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems. I. The factor of vertical

- magnification. *J Oral Rehabil* 1987. 14: 475–480
53. Haładus K., Sitko–Gap J.: Bruksizm – choroba XXI wieku. *Asysta Dent* 2011. 2: 28–30
 54. Haraguchi S., Iguchi Y., Takada K.: Asymmetry of the face in orthodontic patients. *Angle Orthod* 2008. 78: 421–426
 55. Hesse K.L., Årtun J., Joondeph D.R. i wsp.: Changes in condylar position and occlusion associated with maxillary expansion for correction of functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997. 111: 410–418
 56. Hides J.A., Stokes M.J., Saide M. i wsp.: Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine*. 1994. 19: 165–172
- Ignasiak Z., Janusz A., Jarosińska A.: *Anatomia człowieka część 1* AWF Wrocław 2001
57. Ingervall B., Helkimo E.: Masticatory muscle force and facial morphology in man. *Arch Oral Biol* 1978. 23(3): 203–206
 58. Inoue N., Sakashita R., Kamegai T.: Reduction of masseter muscle activity in bottle-fed babies. *Early Hum Dev* 1995. 42(3): 185–193
 59. Jagucka–Mętel W., Brzeska P., Sobolewska E. i wsp.: Fizjoterapia układu ruchowego narządu żucia, *Ann Acad Med Stetin* 2013. 59(2): 71–75
 60. Jankowska K., Malinowski J.: Kliniczne konsekwencje odchyień od normy wskaźnika Boltona. *Forum Ortod* 2011. 7: 69–77
 61. Kakizaki Y., Uchida K., Yamamura K. i wsp.: Coordination between the masticatory and tongue muscles as seen with different foods in consistency and in reflex activities during natural chewing. *Brain Res* 2002. 929: 210–217
 62. Kambylafkas P., Murdock E., Gilda E. i wsp.: Validity of panoramic radiographs for measuring mandibular asymmetry. *Angle Orthod* 2006. 76: 388–393
 63. Karłowska I., Bielawska–Victorini H., Doniec–Zawidzka I. i wsp.: *Zarys współczesnej ortodoncji*. Wydanie 3. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2008
 64. Kasai K., Richards S.C., Kanazawa E.: Relationship Between Attachment of the Superficial Masseter Muscle and Craniofacial Morphology in Dentate and Edentulous Humans. *J Dent Res* 1994. 73(6): 1142–1149

65. Kawai N., Sano R., Korfage J.A.M. i wsp.: Adaptation of rat jaw muscle fibers in postnatal development with a different food consistency: an immunohistochemical and electromyographic study. *J Anat* 216. 2010. 717–723
66. Kiliaridis S., Kålebo P.: Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res* 1991. 70, 9: 1262–1265
67. Kiliaridis S.: Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta Odontol Scand* 1995. 3: 196–202
68. Kleinrok K.: Analiza ruchu opuszczania i przywodzenia żuchwy u chorych z zespołem wędrującego krążka – doniesienie wstępne. *Protetyka Stomatologiczna*, 2011. LXI, 3, 181–188
69. Koff E., Borod J, Strauss E.: Development of Hemiface Size Asymmetry. *Cortex* 1985. 21: 153–156
70. Kovacs L., Zimmermann A., Brockmann G. i wsp.: Three–dimensional recording of the human face with a 3D laser scanner. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* No. 59. 2006. 1193–1202
71. Kucharczyk K., Nowak M.: Anatomia i fizjologia człowieka. Podręcznik dla pielęgniarek. PZWL Warszawa 1976. 76–77
72. Kulewicz M.: Wzrost i rozwój twarzoczaszki. *Acta Clinica* 2, 2: 169. 2002
73. La Touche R., Paris-Alemany A., Piekartz von H. i wsp.: The influence of cranio-cervical posture on maximal mouth opening and pressure pain threshold in patients with myofascial temporomandibular disorders. *Clin J Pain* 2011. 1: 48–55
74. Larysz D.: Rozwój podstawy czaszki gwarantem prawidłowego wzrostu twarzoczaszki. Molekularna i biomechaniczna etiopatogeneza zaburzeń budowy i funkcji stawu skroniowo-żuchwowego. I Zimowa Konferencja "Konsensus w diagnostyce i fizjoterapii stawów skroniowo-żuchwowych". 2018
75. Lewis P.D.: The deviated midline. *Am J Orthod* 1976. 70: 601–616
76. Lieberman D.: The evolution of the human head. Harvard University Press. 2011
77. Lieberman D.E., McBratney B.M., Krovitz G.: The evolution and development of cranial form in *Homo sapiens*. *Proc Natl Acad Sci USA* 2002. 99: 1134–1139
78. Linek P.: Body Mass Normalization for Lateral Abdominal Muscle Thickness Measurements in Adolescent Athletes. *J Ultrasound Med* 2017. (9): 1851–1857

79. Linek P.: The importance of body mass normalisation for ultrasound measurement of the transversus abdominis muscle: The effect of age, gender and sport practice. *Musculoskelet Sci Pract* 2017. 28: 65–70
80. Linek P., Saulicz E., Wolny T. i wsp.: Intra-rater reliability of B-mode ultrasound imaging of the abdominal muscles in healthy adolescents during the active straight leg raise test. *PMR*. 2014.7:53–59
81. Linek P., Rogulski M., Wolny T. i wsp.: Metodyka ultrasonograficznej oceny grubości i elastyczności mięśnia żwacza oraz skroniowego w badaniach naukowych. *Academy of Integrated Approach to Cranio Mandibular Neuroscience - Crania*. 2020
82. Los M., Wolański W., Stachowiak E. i wsp.: Analiza morfometryczna głowy dziecka przy użyciu skanera #D, XII Konferencja Naukowa Majówka Młodych Biomechaników im. Prof. Dagmary Tejszerskiej. 2015
83. Lundström A.: Some asymmetries of the dental arches, jaws, and skull, and their etiological significance. *Am J Orthod* 1961. 47: 81–106
84. Łasiński W.: Anatomia głowy dla stomatologów Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich Warszawa 1993. 10–11.72–74.81–83
85. Majewski S.W.: Gnatofizjologia stomatologiczna. Normy okluzji i funkcje układu stomatognatycznego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2007. 45–46
86. Majewski S.W.: Gnatofizjologia stomatologiczna. Kliniczna procedura badania sprawności funkcjonalnej mechanizmów ruchowych układu stomatognatycznego „W:” Warszawa, Wyd. PZWL 2007. 118–132
87. Majewski S., Wieczorek A., Loster J. i wsp.: Mięśnie żucia i stawy skroniowo-żuchwowe w aspekcie fizjologicznych funkcji układu stomatognatycznego. *Protet Stomatol* 2010. 1: 10–76
88. Malinowski A., Kaszycka K.: Wielkość mięśnia skroniowego a wymiary i proporcje czaszek ludzkich. *Mat. Prac Antropol* 1989. 110. 61–78
89. Mathews J., Ware W.: Longitudinal mandibular growth in children with tantalum implants. *Am J Orthod* 1978. 74: 633–636
90. McCance A.M., Moss J.P., Fright W.R. i wsp.: Three-dimensional analysis techniques - Part 1: Three-dimensional soft-tissue analysis of 24 adult cleft palate patients following Le Fort I maxillary advancement: a preliminary report. *Cleft*

Palate Craniofac J 1997. 34(1): 36–45

91. McCollum M.A.: Nasomaxillary remodeling and facial form in robust Australo-pithecus: a reassessment. J Hum Evol 2008. 54: 2–14
92. Meechan J.G. i wsp.: Interdisciplinary management of hypodontia oral surgery. British Dent J 2003. 194, 423–427
93. Melnik A.K.: A cephalometric study of mandibular asymmetry in a longitudinally followed sample of growing children. Am J Orthod Dentofac Orthop 1992. 101: 355–366
94. Mezey S.E., Müller-Gerbl M., Toranelli M. i wsp.: The human masseter muscle revisited: First description of its coronoid part. Ann Anat 240, 2022. 151879
95. Mierzwińska–Nastalska E.: Diagnostyka układu ruchowego narządu żucia. Med Tour Press International 2009.10: 9
96. Mitchell L.: Introduction to Orthodontics. wyd 4. Oxford Univ Press 2013. 94
97. Miyazaki M., Yonemitsu I., Takei M. i wsp.: The imbalance of masticatory muscle activity affects the asymmetric growth of condylar cartilage and subchondral bone in rats. Arch Oral Biol 2016. 63: 22–31
98. Moss M.L., Salentijn L.: The primary role of functional matrices in facial growth. Am J Orthod 1969. 55: 566–577
99. Moss M.L.: The functional matrix hypothesis revisited. 1. The role of mechano-transduction. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997. 112: 8–11
100. Moss M.L.: The functional matrix hypothesis revisited. 2. The role of an osseous connected cellular network. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997
101. Moss M.L.: The functional matrix hypothesis revisited. 3. The genomic thesis. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997. 112: 338–342
102. Moss M.L.: The functional matrix hypothesis revisited. 4. The epigenetic antithesis and the resolving synthesis. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997. 112: 410–417
103. Moyers R., Bookstein F., Guire K.: The concept of pattern in craniofacial growth. Am J Orthod 1979. 76: 136 – 140
104. Naini F.B., Moss J.P., Gill D.S.: The enigma of facial beauty: Esthetics, proportions, deformity and controversy. Am J Orthod Dentofac Orthop 2006. 130, 277–282

105. Naini F.B., Gill D.S.: Facial aesthetics: 1. Concepts and canons. *Dent Update* 35.2, 2008. 102–107
106. Netter F.H.: *Atlas of Human Anatomy*. Saunders 2014
107. Nęcka A.: Muscle Activity Change in Stomatognathic System in Different Clinical Situations in the Light of Electromyography – Literature Review *Dent Med Probl* 2006. 43(1): 115–119
108. Nowicki A., Korwin-Piotrowska K., Woźniak K. i wsp.: Elektromiograficzna analiza czynności mięśni żwaczy i skroniowych u osób uzależnionych od substancji psychoaktywnych. *Psychiatr Pol* 2021. 55(3): 607–620
109. Nowicki A., Dobruch Sobczak K.: *Wprowadzenie do ultradźwiękowej elastografii*. Dep Ultras Inst Fund Tech Res, Polish Academy of Sciences, Warsaw, 2015
110. O'Higgins P., Bromage T.G., Johnson D.R., i wsp.: A Study of Facial Growth in the Sooty Mangabey *Cercocebus atys*. *Folia Primatol* 1991. 56: 86–94
111. Okeson J.P.: *Leczenie dysfunkcji narządu żucia i zaburzeń zwarcia*. Wyd. Czelej, Lublin, 2005
112. Palinkas M., Nassar M.S., Cecílio F.A. i wsp.: Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch Oral Biol* 2010. 55(10):797–802.
113. Pancherz H.: Temporal and masseter muscle activity in children and adults with normal occlusion. An electromyographic investigation. *Acta Odontol Scand* 1980. 38: 343–348
114. Papillault G: *Les modifications fonctionnelles du squelette*. *Revue de l'Ecole d' Anthropologie*. 1901
115. Peck S., Peck L., Kataja M.: Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod* 1991. 61: 43–48
116. Penin X., Berge C., Baylac M.: Ontogenetic study of the skull in modern humans and the common chimpanzees: neotenic hypothesis reconsidered with a tridimensional Procrustes analysis. *Am J Phys Anthropol* 2002. 118 (1): 50–62
117. Peres K.G., Cascaes A.M., Nascimento G.G. i wsp.: Effect of breastfeeding on malocclusions: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr* 2015. 104(467): 54–61
118. Perkowski K., Szpinda-Barczyńska A., Kamiński K.: Wzrost podstawy czaszki i jego wpływ na położenie szczęki i żuchwy – przegląd piśmiennictwa. *Forum Ortod*

2020. 16 (1): 37–44

119. Persson M.: Mandibular asymmetry of hereditary origin. *Am J Orthod* 1973. 63: 1–11
120. Podlasiak P.: Sprawdzenie możliwości wykorzystania kontrolera Kinect jako skanera 3D do rejestracji kolorowych chmur punktów, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* Vol.24, 2012
121. Proffit W.R., Fields H.W., Sarver D.M.: *Ortodoncja współczesna*, tom 1, wyd 4. Elsevier Urban & Partner 2009
122. Pruszyński B.: *Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań*. Wydawnictwo PZWL. Warszawa 2000
123. Quezada-Gaon N., Wortsman X., Peñaloza O. i wsp.: Comparison of clinical marking and ultrasound-guided injection of Botulinum type A toxin into the masseter muscles for treating bruxism and its cosmetic effects. *J Cosm. Dermatol.* 2016. 15(3):2 38–244
124. Raadsheer M.C., Kiliaridis S., Van Eijden T.M. i wsp.: Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Arch Oral Biol* 1996. 41(4): 323–332
125. Radlanski R.J., Wesker K.H.: *Twarz – Atlas anatomii kliniczne* Quintessence Publishing Polska, wyd. I, 2015
126. Rasheed S.A., Prabhu N.T., Munshi A.K.: Electromyographic and ultrasonographic observations of masseter and anterior temporalis muscles in children. *J Clin Pediatr Dent* 1996. 20(2):127–132
127. Reis Durão A.P., Morosolli A., Brown J. i wsp.: Masseter muscle measurement performed by ultrasound: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol* 2017. 46(6) :20170052
128. Reyneke J.P., Ferretti C.: Kliniczna ocena estetyki twarzy. *Stomatologia Estetyczna* 2012. 8: 224–239
129. Roźniatowski T.: *Mała Encyklopedia Medycyny*. Wyd. 4 T. III P–Ż. PWN 1988. 1468
130. Rubin R.M.: Making sense of cephalometrics, *Angle Orthod* 1997. 67, 2: 83–90.14
131. Ruf S., Pancherz H., Kirschbaum M.: Facial morphology the size and activity of the

- masseter muscle. *Fortschritte der Kieferorthopadie*, 01 Oct 1994, 55(5): 219–227
132. Sahm G., Witt E.: Long-term results after childhood condylar fractures A computer - tomographic study. *Eur J Orthod* 1989. 11: 154–160
 133. Sambor B: Zaburzone wzorce polykania i pozycji spoczynkowej języka a budowa artykulacyjna głoskowych realizacji fonemów u osób dorosłych. *Logopedia* 2014-2015. 43–44, 149–188
 134. Samman N., Tong A., Cheung D. i wsp.: Analysis of 300 dentofacial deformities in Hong Kong. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1992. 7: 181–185
 135. Sardi M.L., Novellino P.S., Pucciarelli H.M.: Morfologia twarzoczaszki w Argentine Center-West: konsekwencje przejścia na produkcję żywności. *Am J Phys Anthropol* 2006; 130 :333–343
 136. Şatıroğlu F., Aurun T., Işık F.: Comparative data on facial morphology and muscle thickness using ultrasonography. *Eur J Orthodontics* , 27, 6: 2005, 562–567, 589
 137. Sauer M., Guntinas-Lichius O., Volk G.F.: Ultrasound echomyography of facial muscles in diagnosis and follow-up of facial palsy in children. *Eur J Paediatr Neurol* 2016. 20(4): 666–670
 138. Sawicki W., Malejczyk J.: *Histologia*. edycja 6. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2012
 139. Schmid W., Mongini F., Felisio A.: A computer-based assessment of structural and displacement asymmetries of the mandible. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991. 100: 19–34
 140. Segner D., Hasund A.: *Individualisierte kephalometrie*. Hamburg: Segner, 1991
 141. Sella-Tunis T., Pokhojaev A., Sarig R. i wsp.: Human mandibular shape is associated with masticatory muscle force. *Sci Rep* 2018. (1): 6042
 142. Severt T., Proffit W.: The prevalence of facial asymmetry in the dentofacial deformities population at the University of North Carolina. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1997. 12: 171–176
 143. Shah S.M., Joshi M.R.: An assessment of asymmetry in the normal craniofacial complex. *Angle Orthod* 1978. 48: 141–148
 144. Simione M., Loret C., Le Révérend B. i wsp.: Differing structural properties of foods affect the development of mandibular control and muscle coordination in infants and

- young children. *Physiol Behav* 2018. 186: 62–72
145. Sobotta J.: *Atlas anatomii człowieka tom 1*, Urban&Partner 2006
 146. Soyoye O.A., Otuyemi O.D., Kolawole K.A. i wsp.: Relationship between masseter muscle thickness and maxillofacial morphology in pre-orthodontic treatment patients. *Int Orthod* 2018. 16(4): 698–711
 147. Spreber G.H.: *Craniofacial development*. London BC Decker Inc 2001
 148. Spronsen van P.H., Weijs W.A., Prahl-Andersen B. i wsp.: Relationships between jaw muscle cross-sections and craniofacial morphology in normal adults, studied with magnetic resonance imaging. *Eur J Orthod*, 13, 5: 1991. 351–361
 149. Strzałkowska, A. Lekan: W poszukiwaniu piękna, *Moja Praktyka* 2(44), 2010. 19–27
 150. Sum F.H.K.M.H., Zhang L., Ling H.T.B. i wsp.: Association of breastfeeding and three-dimensional dental arch relationships in primary dentition. *BMC Oral Health* 2015. 15:30
 151. Srivastava V.K.: *Modern Pediatric Dentistry wyd.1*. Jaypee Bros Med Pub 2011
 152. Szczyrek P., Zadurska M.: Rozwój układu stomatognatycznego oraz jego diagnostyka w aspekcie leczenia protetycznego pacjentów młodocianych. *Protet Stomatol* 2012. LXI, 5: 426–433
 153. Takahashi S., Kuribayashi G., Oon T. i wsp.: Modulation of masticatory muscle activity by tongue position. *Angle Orthod* 2004. 75: 35–39
 154. Takashima M., Arai Y., Kawamura A. i wsp.: Quantitative evaluation of masseter muscle stiffness in patients with temporomandibular disorders using shear wave elastography. *J Prosthodont Res* 2017. 61(4): 432–438
 155. Tamura Y., Horikawa Y., Yoshida S.: Coordination of tongue movements and perioral muscle activities during nutritive sucking. *Dev Med & Child Neur* 1996. 38. 6: 503–510
 156. Teyhen D.: Rehabilitative Ultrasound Imaging Symposium. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006. 36(8):1–3
 157. Tircoveluri S., Singh J.R., Rayapudi N. i wsp.: Correlation of masseter muscle thickness and intermolar width - an ultrasonography study. *J Int Oral Health* 2013. 5(2): 28–34

158. Turner C.H.: Muscle-bone interactions, revisited. *Bone* 2000. 27, 3: 339–340
159. Uchida Y., Motoyoshi M., Shigeeda T. i wsp.: Relationship between masseter muscle size and maxillary morphology. *Eur J Orthod* 2011. 33(6): 654–659
160. Udeda H.M., Ishizuka Y., Miyamoto K. i wsp.: Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology. *Angle Orthod* 199. 68: 233–238
161. Uryson A.M.: On the age variability of some dimensions of the child's body. *Vop. Anthropol* 9 1962. 72–79
162. Vallejo A.P. López Arranz Monje E., González García M. i wsp.: Treatment with removable prosthesis in hypohidrotic ectodermal dysplasia a clinical case. *Med Oral Patol. Oral Cir. Bucal.*, 2008. 13: 19–23
163. Vig P., Hewitt A.B.: Is craniofacial asymmetry and adaptation for masticatory function an evolutionary process? *Nature* 1974. 248: 165–165
164. Vig P.S., Hewitt A.B.: Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod* 1975. 45: 125–129
165. Viggiano D., Fasano D., Monaco G.: Breast feeding, bottle feeding, and non-nutritive sucking; effects on occlusion in deciduous dentition. *Arch Dis Child* 2004. 89(12): 1121–1123
166. Volk G.F., Sauer M., Pohlmann M. i wsp.: Reference values for dynamic facial muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve* 2014. 50(3): 348–357
167. Wahl N.: Orthodontics in 3 milenia. Chapter 7: Facial analysis before the advent of cephalometer. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006. 129, 2: 293–298
168. Weijs W.A., Hillen B.: Correlations between the cross-sectional area of the jaw muscles and craniofacial size and shape. *Am J Biol Anthropol* 1986
169. Whittaker J.L., Teyhen D., Elliott J.M. i wsp.: Rehabilitative ultrasound imaging: understanding the technology and its application. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007. 37: 434–449
170. Wieczorek A., Majewski S., Loster J.: Rozwój twarzowej części czaszki w aspekcie profilaktyki i leczenia stomatologicznego. *Protetyka Stomatologiczna* 2011, LXI, 1, 14–18
171. Wolański W.: Modelowanie i prognozowanie zmian morfologii głowy dziecka,

Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2015

172. Wolny T., Linek P.: Wprowadzenie do diagnostyki obrazowej narządu ruchu dla fizjoterapeutów. *Rehabilitacja w praktyce*. 2016. 1: 22–28
173. Young A., Hughes I., Russell P. i wsp.: Measurement of quadriceps muscle wasting by ultrasonography. *Rheumatol Rehabil* 1980. 19: 141–14
174. Zafar H.: Integrated jaw and neck function in man. *Studies of mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing tasks*. *Swed Dent J Suppl* 2000. 143: 1–41

11. SPIS TABEL

Tabela 1.	Punkty referencyjne w obrębie nieruchomych części czaszki	44
Tabela 2.	Punkty referencyjne w obrębie żuchwy	44
Tabela 3.	Linie wyznaczone dla pomiarów ultrasonograficznych mięśnia żwacza i skroniowego	46
Tabela 4.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla poszczególnych mięśni w badaniu elastyczności i grubości	51
Tabela 5.	Wyniki testu Wilcoxona oceniający elastyczności i grubości mięśni żwaczowych dla prawej i lewej strony ciała	52
Tabela 6.	Wartości uśrednione grubości i elastyczności mięśni żwaczowych	53
Tabela 7.	Wartości bezwzględne różnic elastyczności i grubości mięśni żwaczowych	54
Tabela 8.	Wartości współczynników korelacji pomiędzy wartościami średnimi punktów morfologicznych, a średnią dla strony prawej i lewej grubością mięśni w pozycji leżącej i siedzącej	56
Tabela 9.	Wartości współczynników korelacji pomiędzy wartościami średnimi punktów morfologicznych, a średnią dla strony prawej i lewej elastycznością mięśni	57
Tabela 10.	Wartości uśrednione różnic dla punktów morfologicznych wykonane urządzeniem Kinect	58
Tabela 11.	Stopień korelacji pomiędzy prawą i lewą stroną punktów morfologicznych z wartościami różnic grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego w pozycji leżącej i siedzącej	59
Tabela 12.	Średnie wartości punktów morfologicznych w pomiarze liniowym długości twarzy	60
Tabela 13.	Wartość korelacji wybranych punktów morfologicznych z wartościami różnic grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego w pozycji leżącej oraz siedzącej	61
Tabela 14.	Analiza korelacji pomiędzy średnią elastycznością i grubością mięśni żwaczowych, a wiekiem w grupie dziewcząt	63
Tabela 15.	Analiza korelacji pomiędzy średnią elastycznością i grubością mięśni żwaczowych, a wiekiem w grupie chłopców	63
Tabela 16.	Analiza korelacji pomiędzy masą ciała, a elastycznością i grubością	

	mięśni żwaczowych w grupie dziewcząt	64
Tabela 17.	Analiza korelacji pomiędzy masą ciała, a elastycznością i grubością mięśni żwaczowych w grupie chłopców	64
Tabela 18.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla oceny sposobu karmienia dziecka (pytanie 1.)	65
Tabela 19.	Analiza zależności sposobu karmienia w odniesieniu do parametrów elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych	65
Tabela 20.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla osób karmionych butelką (pytanie 2.)	67
Tabela 21.	Analiza zróżnicowania średnich wartości elastyczności i grubości w zależności od okresu karmienia piersią	68
Tabela 22.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe jak długo dziecko było karmione butelką (pytanie 3.)	69
Tabela 23.	Ocena zróżnicowania średnich wartości elastyczności i grubości mięśni żwaczowych w zależności od okresu karmienia butelką	69
Tabela 24.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytania 4. dotyczącego wprowadzenia pokarmów stałych	71
Tabela 25.	Ocena wyników zależności czasu wprowadzenia pokarmów stałych do diety w odniesieniu do parametrów elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych	71
Tabela 26.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytania 5. czy dziecko ssało kciuk	72
Tabela 27.	Analiza wpływu ssania kciuka na parametry elastyczności i grubości mięśni żwaczowych	72
Tabela 28.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytania 6. – „czy dziecko korzystało ze smoczka”	73
Tabela 29.	Analiza wpływu korzystania ze smoczka na parametry elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych	73
Tabela 30.	Średnie wartości oraz odchylenie standardowe dla pytań ankietowych dotyczących: spania dziecka z otwartymi ustami, chęci gryzienia produktów twardych oraz wady wymowy pytanie od 7. do 9.	74
Tabela 31.	Analiza wpływu pozostałych czynności na parametry elastyczności i grubości mięśnia żwaczowych	75

12. SPIS RYCIN

Rycina 1.	Żuchwa ludzka, widok przedni [Sobotta 2006]	11
Rycina 2.	Żuchwa ludzka, widok tylny-boczny [Gilroy i wsp. 2020]	13
Rycina 3.	Żuchwa ludzka, widok z boku [Gilroy i wsp. 2020]	13
Rycina 4.	Kierunek wzrostu szczęki dzięki procesom translacji pierwotnej i wtórnej (Srivastava 2011)	17
Rycina 5.	Wzrost czaszki i zmiana proporcji pomiędzy częściami: mózgową i twarzową od urodzenia do 20. roku życia [Karłowska i wsp. 2008].	19
Rycina 6.	Kierunki wzrostu kości twarzy [Szczyrek, Zadurska 2012]	20
Rycina 7.	Krzywa wzrostu obrazująca jego intensywność w różnych przedziałach wiekowych [Szczyrek, Zadurska 2012]	21
Rycina 8.	Mięsień skroniowy [Radlanski, Wesker 2015]	23
Rycina 9.	Mięsień żwacz [Radlanski, Wesker 2015]	24
Rycina 10.	Pole biometryczne [Karłowska i wsp.2008]	29
Rycina 11.	Płaszczyzny Izarda [Karłowska i wsp. 2008].....	29
Rycina 12.	Profil szczękowy prosty [Karłowska i wsp. 2008].....	30
Rycina 13.	Profil szczękowy skośny do przodu [Karłowska i wsp. 2008]	30
Rycina 14.	Profil szczękowy skośny do tyłu [Karłowska i wsp. 2008]	31
Rycina 15.	Analiza dywergencji profilu twarzy [Karłowska i wsp. 2008]	32
Rycina 16.	Schemat metody pomiaru asymetrii pionowej opisany przez Habetsa [Habets 1987]	33
Rycina 17.	Pomiar symetrii kłykcia metodą Kjellberga [Habets 1987]	34
Rycina 18.	Panoramyczna analiza Levandoskiego [Hides 1994]	36
Rycina 19.	Pomiar liniowy długości twarzy (N-Go) Źródło – materiał własny ...	41
Rycina 20.	Pomiar liniowy szerokości twarzy (Or.p-Or.l). Źródło – materiał własny	41
Rycina 21.	Stanowisko pomiarowe. Źródło – materiał własny	42

Rycina 22.	Okno programu KScan3D w trakcie skanowania. Źródło – materiał własny	42
Rycina 23.	Okno programu 3-matic v8.0 Materialise, Belgium z importowanym modelem 3D, z oznaczonymi punktami i wymiarami. Źródło – materiał własny	43
Rycina 24.	Schemat przedstawiający zakresy pomiarowe punktów referencyjnych twarzy. Źródło – materiał własny	45
Rycina 25.	Technika wykonania badania grubości i elastyczności mięśnia żwacza i skroniowego. Źródło – materiał własny	48
Rycina 26.	Obraz badania USG i elastografii mięśni żwacza i skroniowego. Źródło – materiał własny	48

13. ANEKSY

ANKIETA

Płeć dziecka: DZIEWCZYNNKA / CHŁOPIEC (proszę podkreślić)

Wiek dziecka (lata)

Waga dziecka (kg).....

1 W jaki sposób Pani/Pana dziecko było karmione

- a. piersią
- b. butelką
- c. mieszany

2 Jak długo Pani/Pana dziecko było „na piersi”

- a. od 1. dnia do 3. miesiąca życia
- b. od 3. miesiąca do 6. miesiąca życia
- c. od 6. miesiąca do 9. miesiąca życia
- d. dłużej niż 9. miesięcy

3 Jak długo Pani/Pana dziecko karmione było butelką

- a. od 1. dnia do 3. miesiąca życia
- b. od 3. miesiąca do 6. miesiąca życia
- c. od 6. miesiąca do 9. miesiąca życia
- d. dłużej niż 9. miesięcy

4 Kiedy u Pani/Pana dziecka zostały wprowadzone stałe pokarmy

- a. przed 6. miesiącem
- b. od 6. miesiąca
- c. po 6. miesiącu

5 Czy Pani/Pana dziecko ssało kciuk

- a. tak
- b. nie

6 Czy Pani/Pana dziecko korzystało ze smoczka

- a. tak
- b. nie

7 Czy Pani/Pana dziecko śpi z otwartymi ustami

- a. tak
- b. nie

8 Czy Pani/Pana dziecko chętnie gryzło produkty twarde

- a. tak
- b. nie

9 Czy u Pani/Pana dziecka występuje wada wymowy

- a. tak
- b. nie