

Zakład Ortodoncji  
Katedra Stomatologii Wieku Rozwojowego  
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

**Diagnostyka funkcjonalna układu  
stomatognatycznego u pacjentów z wadami zgryzu**

Lek. dent. Katarzyna Kozłowska  
Niestacjonarne studia doktoranckie

Promotor: prof. dr hab. n. med. Elżbieta Pawłowska

**Łódź 2021**

## IX. Streszczenie

### Wstęp

Diagnostyka funkcjonalna układu stomatognatycznego stanowi istotne zagadnienie we wszystkich dziedzinach stomatologii. Zaburzenia czynnościowe narządu żucia są jednym z najczęściej występujących nieprawidłowości. Do powstawania dysfunkcji może przyczynić się wiele czynników m.in.: wady zgryzu, zniekształcenia szkieletowe w obrębie twarzowej części czaszki, niewłaściwa relacja w połączeniu czaszkowo-kręgowym, nieprawidłowe napięcie mięśni głowy i szyi, parafunkcje.

Aby usprawnić diagnozowanie dysfunkcji czynnościowych w układzie stomatognatycznym niezbędne jest zastosowanie obiektywnych i nieinwazyjnych metod badawczych. Elektromiografia powierzchniowa (EMG) mięśni żucia oraz analiza cefalometryczna wg Rocabado spełniają te kryteria.

Elektromiografia powierzchniowa to badanie polegające na pomiarze sygnału elektrycznego wytworzonego przez mięśnie. Pozwala ono porównać poprzez wartości liczbowe i ich zapis graficzny pracę mięśni jednoimiennych. Pomiar amplitudy napięcia mięśni są wykonywane w czasie aktywności mięśni – podczas ich skurczu i w pozycji spoczynkowej.

Analiza cefalometryczna wg Rocabado pozwala ocenić stabilność połączenia czaszki z odcinkiem szyjnym kręgosłupa poprzez analizę czterech parametrów: kąta kręgowo-czaszkowego, odległości między kością potyliczną a pierwszym kręgiem szyjnym, odległości między pierwszym a drugim kręgiem szyjnym oraz wysokości trójkąta gnykowego. Wykazano korelacje pomiędzy nieprawidłowymi parametrami analizy cefalometrycznej wg Rocabado a objawami ze strony układu stomatognatycznego. Wartość kąta kręgowo-czaszkowego uwidacznia stabilność połączenia czaszki z kręgosłupem, nieprawidłowe odległości między punktami C0-C1 i C1-C2 mogą wskazać na zaburzenia w strukturach podpotylicznych i karkowych, kształt i wysokość trójkąta gnykowego są związane z czynnością mięśni pod- i nadgnykowych.

Stabilne wyniki leczenia ortodontycznego są zależne od zastosowania skutecznej terapii w przypadkach występowania zaburzeń czynnościowych układu ruchowego narządu żucia. Dlatego wskazane jest uzupełnienie diagnostyki metodami obiektywnie wspomagającymi badanie czynności struktur układu

stomatognatycznego. Podjęcie badań nad analizą zależności między współwystępowaniem wad zgryzu, ich natężeniem a napięciem mięśni żucia oraz zależności występowania wad zgryzu a stabilnością połączenia czaszkowo-kręgowego przy pomocy powyższych metod diagnostycznych jest uzasadnione.

## **Cele pracy**

Celem niniejszej pracy jest:

- I. Ocena zależności między istniejącym stopniem nasilenia wady zgryzu wg klasyfikacji IOTN a napięciem mięśni żwaczy i mięśni skroniowych.
- II. Badanie wpływu parafunkcji na napięcie mięśni żucia u pacjentów z wadami zgryzu.
- III. Ocena zależności zaburzeń czynnościowych układu ruchowego narządu żucia w oparciu o wskaźnik Di wg Helkimo a stabilnością połączenia kręgowo-czaszkowego ustalonego na podstawie analizy cefalometrycznej wg Rocabado.
- IV. Analiza zależności między istniejącą wadą zgryzu a zaburzeniami układu stomatognatycznego w oparciu o badanie cefalometryczne.

## **Materiał i metoda**

### **Badanie mięśnia żwacza i skroniowego za pomocą elektromiografii powierzchniowej:**

Badaniami ankietowymi pod kątem parafunkcji oraz badaniami klinicznymi objęto łącznie 219 osób, w tym 90 osób płci męskiej (41,1%) i 129 osób płci żeńskiej (58,9%).

Badanych pacjentów podzielono na 2 grupy:

Grupa 1 -pacjenci z uzębieniem mieszanym, w wieku 6-12 lat – 138 osób (58,9%)

W grupie wydzielono 3 podgrupy:

- 1a. Pacjenci z IOTN 2,3 – grupa badana – 83 osoby
- 1b. Pacjenci z IOTN 4,5 – grupa badana – 28 osób
- 1c. Pacjenci z IOTN 1 – grupa kontrolna – 27 osób

Grupa 2 – pacjenci z uzębieniem stałym, w wieku 17-25 lat – 81 osób (stanowi 41,1%)

W grupie wydzielono 3 podgrupy:

- 2a. Pacjenci z IOTN 2,3 – grupa badana – 52 osoby

2b. Pacjenci z IOTN 4,5 – grupa badana – 11 osób

2c. Pacjenci z IOTN 1 – grupa kontrolna – 18 osób

Do grup kontrolnych zostały zakwalifikowane osoby, które nie wymagają leczenia ortodontycznego (stopień 1 wg klasyfikacji IOTN)

### **Badanie cefalometryczne**

Zanalizowano zdjęcia odległościowe boczne czaszki 150 pacjentów, w tym 90 pacjentów płci żeńskiej (60%) i 60 badanych płci męskiej (40%).

Badanych pacjentów podzielono na 2 grupy:

Grupa 1 -pacjenci z uzębieniem mieszanym, w wieku 6-12 lat – 87 osób (stanowi 58%)

W grupie wydzielono 3 podgrupy:

3a. Pacjenci z klasą szkieletową wg WITS I – 43 osoby

3b. Pacjenci z klasą szkieletową wg WITS II – 13 osób

3c. Pacjenci z klasą szkieletową wg WITS III – 32 osoby

Grupa 2 -pacjenci z uzębieniem stałym, w wieku 17-25 lat – 63 osoby (stanowi 42%)

W grupie wydzielono 3 podgrupy:

4a. Pacjenci z klasą szkieletową wg WITS I – 22 osoby

4b. Pacjenci z klasą szkieletową wg WITS II – 27 osób

4c. Pacjenci z klasą szkieletową wg WITS III – 14 osób

### **Metody badań:**

#### Badanie podmiotowe / ankietowe i przedmiotowe:

Wśród badanych / rodziców / opiekunów prawnych przeprowadzono badania ankietowe mające służyć ocenie m.in. przebiegu ciąży i karmienia, stanu zdrowia dziecka, występowania nawyków i parafunkcji czy bólu bądź innych dolegliwości ze strony układu stomatognatycznego. W badaniu przedmiotowym zwrócono uwagę na sposób oddychania i połykania, drożność nosa, stan uzębienia, stopień nasilenia wad zgryzu oraz czynność układu ruchowego narządu żucia i elementów stabilizujących ułożenie głowy.

#### Badanie elektromiograficzne mięśni żwaczy i mięśni skroniowych:

Pomiary aktywności bioelektrycznej mięśni (sEMG) wykonano za pomocą dwukanałowego urządzenia do elektromiografii powierzchniowej – NuTrac Alpha 2E

(firmy Verity Medical Ltd.) Umożliwiło ono ocenę zapisu spoczynkowego i wysiłkowego jednostki motorycznej (mięśnia). U każdego pacjenta dokonano jednoczesnej rejestracji na obydwu mięśniach żwaczach i jednoczesnej rejestracji na obydwu mięśniach skroniowych. Test kliniczny polegał na napinaniu i rozluźnianiu badanych mięśni w trybie skurcz-relaks. Badanie składało się z 5 prób podzielonych na fazę skurczu trwającą 5 sekund i fazę relaksu, również trwającą 5 sekund -łącznie 55 sekund rejestracji (5 sekund na przygotowanie).

#### Badanie cefalometryczne

Analizie poddano 150 zdjęć cefalometrycznych, które były wykonywane bezpośrednio przed leczeniem ortodontycznym. W celu wyeliminowania ryzyka popełniania błędów, pomiarów dokonywano dwukrotnie przez głównego badacza, w odstępie 2 miesięcy w programie komputerowym Gesden EVO Ekspres Orto 4.3 (Developed by Infomed, S.L,1999). W badaniach posłużono się analizą Steinera-Kaminka, Hasunda-Segnera i Bjork-Williamsa.

Analizę cefalometryczną wg Rocabado wykonano na wydrukowanych plikach ze względu na brak parametrów w programie komputerowym. W celu eliminacji błędów pomiarowych analizę tę także powtórzono w odstępie dwóch miesięcy.

Analizie poddano wartość kąta czaszkowo-kręgowego, odległości między punktami C0-C1, C1-C2 oraz H-H' w każdej grupie badanej.

Dodatkowo poddano analizie zależności między wartością kątów ANB, ML<sup>^</sup>SN, ML-NL, Ar-Go-Gn, NSBa, UI<sup>^</sup>NA, LI<sup>^</sup>NB, UI<sup>^</sup>LI, UI<sup>^</sup>NL, LI<sup>^</sup>ML (uzyskane z pozostałych analiz cefalometrycznych) a zmiennymi z analizy wg Rocabado.

## **Wyniki**

### **Badanie przedmiotowe i podmiotowe pacjenta:**

- Rozpatrując dane w oparciu o anamnestyczny wskaźnik zaburzeń czynnościowych ruchowego narządu żucia (Ai) oraz kliniczny wskaźnik czynnościowych zaburzeń układu ruchowego narządu żucia (Di) w grupie pacjentów młodszych (6-12 lat) zaobserwowano większy odsetek pacjentów bezobjawowych oraz mniejszy odsetek pacjentów objawowych niezależnie od nasilenia objawów w porównaniu z grupą starszych badanych (17-25 lat).

- W badaniu zauważono korelację dodatnią między stopniem nasilenia wady zgryzu (zgodnie z klasyfikacją IOTN) a nasilającymi się objawami subiektywnym oraz stwierdzonymi klinicznie ze strony układu stomatognatycznego, mierzonymi wskaźnikiem Ai i Di – im bardziej zaawansowana wada zgryzu, tym częściej występują nieprawidłowości bądź są bardziej nasilone.

### **Elektromiografia powierzchniowa:**

- W młodszej grupie badanej (6-12 lat) średnie amplitudy napięcia mięśni żwaczy i mięśni skroniowych w fazie relaksu były do siebie zbliżone niezależnie od natężenia wady zgryzu. W fazie skurczu, w obrębie obu mięśni, stwierdzono największe średnie amplitudy ich napięcia u pacjentów z umiarkowaną wadą zgryzu (IOTN 2/3), nieco mniejsze z zaawansowaną wadą zgryzu (IOTN 4/5), a najmniejsze u pacjentów bez ortodontycznych potrzeb leczniczych (IOTN 1). Zależności te jednak nie były istotne statystycznie.
- W starszej grupie badanej (17-25 lat) stwierdzono ujemną zależność między średnią amplitudą napięcia mięśni skroniowych a natężeniem wady zgryzu, zarówno w czasie fazy skurczu, jak i fazy relaksu – im bardziej zaawansowana wada zgryzu, tym mniejsza średnia amplituda napięcia mięśni skroniowych. W obrębie mięśni żwaczy średnia amplituda ich napięcia rosła wprost proporcjonalnie ze zwiększeniem zapotrzebowania potrzeb leczniczych w fazie relaksu. W fazie skurczu natomiast największa amplituda napięcia mięśni żwaczy była u osób zdrowych (IOTN 1), nieco mniejsza u osób z poważną wadą zgryzu (IOTN 4/5), a najmniejsza z umiarkowaną wadą (IOTN2/3). Zależności te jednak nie były istotne statystycznie.
- Porównując do siebie obie grupy wiekowe w zależności od natężenia wad zgryzu stwierdzono:
  - istotnie wyższe średnie amplitudy napięcia mięśni skroniowych i mięśni żwaczy u pacjentów młodszych (6-12 lat) w fazie relaksu niezależnie od nasilenia wady zgryzu. Wyjątek stanowiła średnia amplituda napięcia mięśni żwaczy w grupie pacjentów z IOTN 4/5. Tutaj pacjenci młodszy również wykazywali większe napięcie mięśniowe w fazie relaksu, lecz wartości te nie były istotne statystycznie.

- większą średnią amplitudę napięcia mięśni skroniowych w fazie skurczu wśród starszych badanych z IOTN 1. U pacjentów z umiarkowanymi (IOTN2/3) oraz poważnymi (IOTN4/5) wadami zgryzu średnie były zbliżone do siebie w obrębie poszczególnych natężeń zniekształceń zgryzowych. Zależności te nie były jednak istotne statystycznie.
- istotnie większą średnią amplitudę napięcia mięśni żwaczy w fazie skurczu wśród starszych badanych z IOTN 1 oraz IOTN 4/5. Pacjenci starsi (17-25 lat), z umiarkowaną wadą zgryzu (IOTN2/3), również mieli wyższe napięcie mięśni żwaczy podczas skurczu. Jednak wartości te nie różniły się istotnie statystycznie.
- Niezależnie od natężenia wady zgryzu stwierdzono większą amplitudę napięcia mięśni żwaczy i mięśni skroniowych podczas fazy skurczu wśród starszych badanych. W fazie relaksu zależność jest odwrotna – w grupie pacjentów młodszych stwierdzono istotnie wyższą amplitudę napięcia obu mięśni.
- W grupie badanych w wieku 6-12 lat, w oparciu o wskaźnik Di, stwierdzono występowanie zwiększonej w fazie skurczu oraz zmniejszonej w fazie relaksu średniej amplitudy napięcia mięśni żwaczy i mięśni skroniowych u pacjentów prezentujących objawy ze strony układu stomatognatycznego w porównaniu z pacjentami bezobjawowymi. Wyniki te jednak nie okazały się istotne statystycznie.
- W starszej grupie badanej (17-25 lat) zauważono u pacjentów z objawami ze strony układu stomatognatycznego zmniejszoną średnią amplitudę napięcia mięśni skroniowych oraz zwiększoną średnią amplitudę napięcia mięśni żwaczy w porównaniu z pacjentami bezobjawowymi. Zależności te również nie okazały się istotne statystycznie.
- Pacjenci chętnie żujący twarde pokarmy mieli istotnie większą średnią amplitudę napięcia mięśni żwaczy i mięśni skroniowych w fazie skurczu. W fazie relaksu wartości pomiędzy pacjentami były do siebie zbliżone.
- Badani oddychający przez usta mieli istotnie większą średnią amplitudę napięcia mięśni skroniowych w fazie relaksu oraz mniejszą w fazie skurczu. Wartości w zakresie napięcia mięśni żwaczy były do siebie zbliżone.

- U pacjentów z dorosłym typem połykania stwierdzono istotnie większą średnią amplitudę napięcia mięśni żwaczy i mięśni skroniowych w porównaniu z pacjentami prezentującymi niemowlęcy typ połykania.
- Wśród badanych płci żeńskiej stwierdzono istotnie większą amplitudę napięcia mięśnia żwacza w fazie skurczu w porównaniu z badanymi płci męskiej. Pozostałe średnie amplitudy (mięśnia żwacza w fazie relaksu, mięśnia skroniowego w fazie skurczu i relaksu) były do siebie zbliżone.

#### **Analiza cefalometryczna:**

- Wśród młodszych badanych (6-12 lat) stwierdzono istotnie mniejszą wysokość trójkąta gnykowego w porównaniu z pacjentami starszymi (17-25 lat).
- W obu grupach badanych stwierdzono zmniejszony kąt kręgowo-czaszkowy (API) u pacjentów z II klasą szkieletową oraz zwiększony z III klasą szkieletową. Różnice te nie były jednak istotne statystycznie.
- W obrębie obu grup badanych stwierdzono zbliżone wartości parametrów C0-C1, C1-C2 oraz HH' we wszystkich klasach szkieletowych. Wyjątek stanowiła wartość wielkości wysokości trójkąta gnykowego w grupie pacjentów starszych (17-25 lat). U badanych z III klasą szkieletową znacznie różniła się jej wartość od tych, którzy mieli I i II klasę.
- U pacjentów z I klasą szkieletową zauważono istotne zależności między wartością wysokości trójkąta gnykowego a wielkością kątów  $ML^{\wedge}SN$ ,  $ML-NL$  i  $Ar-Go-Gn$  (wśród młodszych badanych) oraz między wartością odległości C0-C1 a wielkością kąta  $ML-NL$ .
- Na podstawie analizy wartości ze standardowych badań cefalometrycznych oraz badania wg Rocabado u pacjentów z II klasą szkieletową ustalono istotne zależności między wielkością kąta kręgowo-czaszkowego (API) a wielkością kąta  $ML^{\wedge}SN$ ,  $ML-NL$  i  $UI^{\wedge}LI$ , między wartością odległości C0-C1 a wielkością kątów  $UI^{\wedge}NA$  i  $UI^{\wedge}LI$  oraz między wartością wysokości trójkąta gnykowego (HH') a wielkością kątów  $Ar-Go-Gn$ ,  $UI^{\wedge}LI$  i  $UI^{\wedge}NL$ .
- U badanych z III klasą szkieletową stwierdzono występowanie istotnych statystycznie zależności między wielkością kąta kręgowo-czaszkowego a wielkością kąta ANB, wartością wysokości trójkąta gnykowego (HH') a wielkością kątów  $ML^{\wedge}SN$  i  $UI^{\wedge}NA$  (w młodszej grupie badanej) oraz wartością odległości C1-

C2 a wielkością kąta ANB (wśród starszych pacjentów).

- Rozpatrując zależności bez podziału na klasy szkieletowe stwierdzono:
  - istotny wpływ wartości kątów ANB, ML/SN, ML/NL, UI/NA, UI/NL na wielkość kąta API w młodszej grupie badanych oraz wartości WITS i kąta N-S-BA wśród starszych badanych.
  - istotną statystycznie zależność między wartością odległości C0-C1 a wielkością kąta LI/ML u pacjentów w wieku 17-25 lat.
  - brak istotnych statystycznie zależności między odległością C1-C2 a zmiennymi ze standardowych analiz cefalometrycznych.
  - istotne statystycznie zależności między wielkością wysokości trójkąta gnykowego a kątem ML/SN, ML/NL i Ar-Go-Gn wśród młodszych pacjentów oraz wielkością kąta UI/NL w starszej grupie.
- Pacjenci, u których odnotowano nieprawidłowy kąt API, istotnie częściej prezentują objawy ze strony czynnościowego układu ruchowego narządu żucia.
- U badanych z wartością C0-C1 poniżej normy odnotowano istotnie częstsze występowanie dolegliwości związanych z US.
- Istotnie częściej zauważono objawy ze strony US u pacjentów z wartością wysokości trójkąta gnykowego poniżej normy.
- Rozpatrując zależności między analizami cefalometrycznymi względem płci zauważono:
  - u pacjentów płci męskiej istotne zależności między wielkością kąta kręgowo-czaszkowego a wartością WITS, kątów ANB, ML/SN, ML/NL i UI/NL oraz między wartością wysokości trójkąta gnykowego a wielkością kąta LI/ML.
  - wśród badanych płci żeńskiej istotne zależności między wielkością kąta kręgowo-czaszkowego a wartością kątów NSBa, UI/NL, UI/NA, odległością C0-C1 a wielkością kąta UI/NA, odległością C1-C2 a wartością kątów UI/NA i UI/NL oraz wysokością trójkąta gnykowego (HH') a wielkością kąta ArGoGn.

## **Wnioski:**

1. Średnia amplituda napięcia mięśni żwaczy i mięśni skroniowych nie jest zależna od stopnia nasilenia wady zgryzu wg klasyfikacji IOTN.
2. Nieprawidłowy sposób oddychania i połykania oraz zbyt miękka konsystencja pokarmu negatywnie wpływa na czynność mięśni żucia.
3. Zaburzenia stabilności połączenia kręgowo-czaszkowego, określane na podstawie

parametrów takich jak kąt API, odległość C0-C1 i wysokość HH', mają wpływ na występowanie zaburzeń czynnościowego układu ruchowego narządu żucia.

4A. W II i III klasie szkieletowej określonej zgodnie z WITS występuje brak stabilności w połączeniu czaszkowo-kręgowym.

4B. W poszczególnych klasach szkieletowych wybrane parametry odbiegające od normy uzyskane ze standardowych analiz cefalometrycznych w powiązaniu z wynikami pomiarów wg Rocabado mogą być wskazaniem występowania zaburzeń czynnościowych w układzie stomatognatycznym.

## X. Summary

### Introduction

Functional diagnostics of the stomatognathic system is an important issue in all areas of dentistry. Functional disorders of the masticatory organ are one of the most common abnormalities. Many factors may contribute to the development of dysfunction, including malocclusion, skeletal deformities within the facial part of the skull, improper relationship in the cranio-spinal junction, abnormal tension of the muscles of the head and neck, parafunctions.

In order to improve the diagnosis of disorders in the stomatognathic system, it is necessary to use objective and non-invasive research methods. The surface electromyography (EMG) of the masticatory muscles and the Rocabado cephalometric analysis meet these criteria.

Surface electromyography is a study that measures an electrical signal produced by muscles. It makes it possible to compare, through numerical values and their graphic notation, the work of the identical muscles. Measurements of the muscle tone amplitude are made while the muscles are active – during their contraction and in the resting position.

Rocabado cephalometric analysis allows to assess the stability of the connection of the skull with the cervical spine by analyzing four parameters: the craniovertebral angle, the distance between the occipital bone and the first cervical vertebrae, the distance between the first and second cervical vertebrae and the height of the hyoid triangle. Correlations between incorrect parameters of Rocabado cephalometric analysis and the symptoms of the stomatognathic system have been demonstrated. The value of the craniovertebral angle shows the stability of the connection between the skull and the spine, incorrect distances between points C0-C1 and C1-C2 may indicate disorders in the suboccipital and nuchal structures, the shape and height of the hyoid triangle are related to the activity of the infrahyoid and suprahyoid muscles.

Stable results of orthodontic treatment depend on the application of effective therapy in cases of functional disorders of the masticatory system. Therefore, it is advisable to supplement the diagnostics with methods objectively supporting the study of the functions of the stomatognathic system structures. Undertaking research

on the analysis of the relationship between the coexistence of malocclusion, their intensity and the tension of the masticatory muscles, as well as the relationship between the occurrence of malocclusion and the stability of the cranio-vertebral junction with the use of the above diagnostic methods is justified.

### **The aim of the study is:**

- I. Assessment of the relationship between the existing degree of malocclusion according to the IOTN classification and the tone of the masseter muscles and temporal muscles.
- II. Study of the influence of parafunction on the masticatory muscle tone in patients with malocclusion.
- III. Assessment of the relationship between functional disorders of the masticatory system based on the Di index according to Helkimo and the stability of the cranio-vertebral junction determined on the basis of the Rocabado cephalometric analysis.
- IV. Analysis of the relationship between an existing malocclusion and disorders of the stomatognathic system based on cephalometric examination.

### **Material and methods:**

#### **Examination of the masseter and temporal muscles using surface electromyography:**

A total of 219 people, including 90 men (41.1%) and 129 women (58.9%), were included in the survey for parafunctional function and clinical trials.

The examined patients were divided into 2 groups:

Group 1 -patients with mixed dentition, aged 6-12 years -138 people (58.9%)

There are 3 subgroups in the group:

1a. Patients with IOTN 2/3 -study group -83 people

1b. Patients with IOTN 4/5 -study group -28 people

1c. Patients with IOTN 1 -control group -27 people

Group 2 -patients with permanent dentition, aged 17-25 -81 people (41.1%)

There are 3 subgroups in the group:

2a. Patients with IOTN 2/3 -study group -52 people

2b. Patients with IOTN 4/5 -study group -11 people

2c. Patients with IOTN 1 -control group -18 people

People who do not require orthodontic treatment (grade 1 according to the IOTN classification) were qualified to the control groups.

### **Cephalometric examination:**

Cephalometric radiographs of the skull of 150 patients were analyzed, including 90 female patients (60%) and 60 male patients (40%).

The examined patients were divided into 2 groups:

Group 1 -patients with mixed dentition, aged 6-12 years -87 people (58%)

There were 3 subgroups in the group:

3a. Patients with the WITS I skeletal class -43 people

3b. Patients with the WITS II skeletal class -13 people

3c. Patients with the WITS III skeletal class -32 people

Group 2 -patients with permanent dentition, aged 17-25 -63 people (accounting for 42%)

There were 3 subgroups in the group:

4a. Patients with the WITS I skeletal class -22 people

4b. Patients with the WITS II skeletal class -27 people

4c. Patients with the WITS III skeletal class -14 people

### **Test methods:**

Physical examination and subject research:

A survey was carried out among the respondents / parents / legal guardians to assess, among others the course of pregnancy and feeding, the child's health, the occurrence of habits and parafunction, or pain or other ailments from the stomatognathic system. The physical examination focused on the manner of breathing and swallowing, the patency of the nose, the condition of the teeth, the degree of the severity of malocclusion, and the function of the locomotor system of the masticatory system and the elements stabilizing the head position.

Electromyographic examination of the masseter and temporal muscles:

Measurements of the bioelectrical activity of muscles (sEMG) were made with the use of a two-channel device for surface electromyography – NuTrack Alpha 2E (Verity Medical Ltd.). It made it possible to evaluate the resting recording and the

exercise motor unit (muscle). In each patient, simultaneous registration was performed on both masseter muscles and simultaneous registration on both temporal muscles. The clinical test consisted of contracting and relaxing the tested muscles in a contraction-relax mode. The study consisted of 5 trials divided into a contraction phase of 5 seconds and a relaxation phase also lasting 5 seconds -a total of 55 seconds of recording (5 seconds for preparation).

### Cephalometric examination

150 cephalometric images that were taken immediately before orthodontic treatment were analyzed. In order to eliminate the risk of making mistakes, measurements were performed twice by the principal investigator, 2 months apart, in the Gesden EVO Ekspres Orto 4.3 computer program (Developed by Infomed, S.L, 1999). The analysis of Steiner-Kaminek, Hasund-Segner and Bjork-Williams was used in the research. The cephalometric analysis according to Rocabado was performed on the printed files due to the lack of parameters in the computer program. In order to eliminate measurement errors, this analysis was also repeated after two months.

The analysis included the value of the cranioveretbral angle, the distance between points C0-C1, C1-C2 and H-H 'in each study group.

Additionally, the relationship between the values of ANB,  $ML \wedge SN$ ,  $ML-NL$ ,  $Ar-Go-Gn$ ,  $NSBa$ ,  $UI \wedge NA$ ,  $LI \wedge NB$ ,  $UI \wedge LI$ ,  $UI \wedge NL$ ,  $LI \wedge ML$  angles was analyzed (obtained from other cephalometric analyzes) and the variables from the Rocabado analysis.

## **Results:**

### Physical and subject examination of the patient:

- Considering the data based on the anamnestic index of functional disorders of the masticatory organ ( $A_i$ ) and the clinical index of functional disorders of the masticatory system ( $D_i$ ) in the group of younger patients (6-12 years of age), a higher percentage of asymptomatic patients and a lower percentage of symptomatic patients were observed, regardless of the severity of the masticatory system symptoms compared with the group of older respondents (17-25 years).

- The study showed a positive correlation between the degree of the malocclusion severity (according to the IOTN classification) and the intensifying subjective symptoms and clinically diagnosed symptoms of the stomatognathic system, measured by the Ai and Di index -the more advanced the malocclusion, the more frequent or severe the abnormalities are.

Surface electromyography:

- In the younger study group (6-12 years), the mean amplitudes of masseter muscle tone and temporal muscles in the relaxation phase were similar to each other regardless of the intensity of the malocclusion. In the contraction phase, within both muscles, the highest mean amplitudes of their tension were found in patients with moderate malocclusion (IOTN 2/3), slightly smaller with advanced malocclusion (IOTN 4/5), and the lowest in patients without orthodontic treatment needs (IOTN 1). However, these dependencies were not statistically significant.
- In the older study group (17-25 years), a negative correlation was found between the mean amplitude of temporal muscle tension and the intensity of the malocclusion, both during the contraction phase and the relaxation phase -the more advanced the malocclusion, the lower the mean amplitude of the temporal muscle tension.
- Within the masseter muscles, the average amplitude of their tension increased in direct proportion to the increased demand for treatment during the relaxation phase. In the contraction phase, the highest amplitude of masseter muscle tone was found in healthy subjects (IOTN 1), slightly lower in subjects with severe malocclusion (IOTN 4/5), and the lowest in subjects with moderate malocclusion (IOTN2 / 3). However, these dependencies were not statistically significant.
- Comparing the two age groups, depending on the intensity of malocclusion, it was found:
  - significantly higher mean amplitudes of the temporal and masseter muscles in younger patients (6-12 years) in the relaxation phase, regardless of the severity of the malocclusion the exception was the mean amplitude of masseter muscle tone in the group of patients with IOTN 4/5. Here, younger patients also showed greater muscle tone in the relaxation phase, but these values were not statistically significant.

- higher mean amplitude of the temporal muscle tone in the contraction phase among older subjects with IOTN 1. In patients with moderate (IOTN2 / 3) and severe (IOTN4 / 5) malocclusion, the mean values were similar to each other within the individual intensities of occlusal distortions. However, these dependencies were not statistically significant.
- significantly higher mean amplitude of masseter muscle tone during contraction was found among older subjects with IOTN 1 and IOTN 4/5. Older patients (17-25 years) with moderate malocclusion (IOTN2 / 3) also had higher masseter muscle tone during contraction. However, these values were not statistically significantly different.
- Regardless of the intensity of the malocclusion, a greater amplitude of the masseter and temporal muscle tension was found in the contraction phase among older subjects. In the relaxation phase, the relationship is reverse – in the group of younger patients, a significantly higher amplitude of the incision of both muscles was found.
- In the group of subjects aged 6-12 years, based on the Di index, the mean amplitude of the masseter and temporal muscle tension decreased in the contraction phase and decreased in the relaxation phase in patients presenting symptoms of the stomatognathic system compared to asymptomatic patients. However, these results did not turn out to be statistically significant.
- In the older study group (17-25 years), patients with symptoms of the stomatognathic system showed a reduced mean amplitude of the tone of the temporal muscles and an increased mean amplitude of the masseter muscles compared to asymptomatic patients. These relationships also did not turn out to be statistically significant.
- Patients willingly chewing hard foods had a significantly higher mean amplitude of the masseter and temporal muscle tone in the contraction phase. In the relaxation phase, the values between the patients were similar.
- The mouth-breathing subjects had a significantly higher mean amplitude of the temporal muscle tension in the relaxation phase and lower in the contraction phase. Values in terms of the tone of the masseter muscles, they were similar.

In patients with adult type of swallowing, a significantly higher mean amplitude of the tone of the masseter and temporal muscles was found compared to with patients presenting an infantile type of swallowing.

- Among the female patients, a significantly higher amplitude of the masseter muscle tension was found in the contraction phase compared to male patients. The remaining mean amplitudes (masseter muscle in the relaxation phase, temporal muscle in the contraction and relaxation phase) were similar to each other.

#### Cephalometric analysis:

- Among younger patients (6-12 years old), a significantly lower height of the hyoid triangle was found compared to older patients (17-25 years old).
- In both study groups, a decreased craniovertebral angle (API) was found in patients with skeletal class II and an increased one with skeletal class III. However, these differences were not statistically significant.
- Within both study groups, similar values of parameters C0-C1, C1-C2 and HH' were found in all skeletal classes. An exception was the value of the height of the hyoid triangle in the group of older patients (17-25 years). In patients with III skeletal class, its value differed significantly from those in I and II classes.
- In patients with skeletal class I, significant relationships were found between the height of the hyoid triangle and the size of the angles  $ML \wedge SN$ ,  $ML-NL$  and  $Ar-Go-Gn$  (among younger respondents) and between the value of the distance C0-C1 and the size of the angle  $ML-NL$ .
- Based on the analysis of values from standard cephalometric tests and from the Rocabado study in patients with skeletal class II, significant relationships were found between the size of the craniocranial angle (API) and the size of the  $ML \wedge SN$ ,  $ML-NL$  and  $UI \wedge LI$  angles, between the value of the C0-C1 distance and the size of the  $UI \wedge NA$  angles and  $UI \wedge LI$  and between the height of the hyoid triangle (HH ') and the size of the angles  $Ar-Go-Gn$ ,  $UI \wedge LI$  and  $UI \wedge NL$ .
- In subjects with skeletal class III, there were statistically significant relationships between the size of the craniocranial angle and the ANB angle, the height of the hyoid triangle (HH ') and the size of the angles  $ML \wedge SN$  and  $UI \wedge NA$  (in the younger group) and the value of the distance C1 -C2 and the size of the ANB angle (among older patients).

- Patients with an abnormal API angle are significantly more likely to present symptoms of the functional disorders of the masticatory system.
- In subjects with a C0-C1 value below the norm, a significantly more frequent occurrence of symptoms related to US was observed.
- US symptoms were noticed significantly more often in patients with the height of the hyoid triangle below the normal value.
- Considering the dependencies without division into skeletal classes, it was found:
  - a significant impact of the ANB, ML / SN, ML / NL, UI / NA, UI / NL angles values on the API angle size in the younger group of respondents and on the WITS value and the N-S-BA angle among older respondents.
  - statistically significant relationship between the value of the distance C0-C1 and the magnitude of the LI / ML angle in patients 17-25 years of age.
  - no statistically significant relationship between the C1-C2 distance and variables from standard cephalometric analyzes.
  - statistically significant relationships between the height of the hyoid triangle and the angle of ML / SN, ML / NL and Ar-Go-Gn in younger patients and the size of the UI / NL angle in the older group.
- Considering the relationships between cephalometric analyzes in terms of gender, it was noted:
  - in male patients, significant relationships between the size of the craniocranial angle and the WITS value, ANB, ML / SN, ML / NL and UI / NL angles, and between the height of the hyoid triangle and the LI / ML angle value.
  - among female subjects, significant relationships between the size of the craniocranial angle and the value of the NSBa, UI / NL, UI / NA angles, the distance C0-C1 and the size of the UI / NA angle, the distance of C1-C2 and the value of the angles UI / NA and UI / NL and the height of the hyoid triangle (HH ') and the size of the angle ArGoGn.

## Conclusions:

1. The average amplitude of the tone of the masseter muscles and temporal muscles does not depend on the severity of the malocclusion according to the IOTN classification.
2. Improper way of breathing and swallowing, and too soft texture of food negatively

affect the activity of the chewing muscles.

3. Disturbances in the stability of the vertebral-cranial junction, determined on the basis of parameters such as API angle, C0-C1 distance and HH' height, have an impact on the occurrence of functional disorders of the masticatory system.

4A. In II and III skeletal classes defined in accordance with WITS, there is a lack of stability in the craniocerebral junction.

4B. In individual skeletal classes selected abnormal parameters obtained from standard cephalometric analyzes in conjunction with the results of Rocabado measurements may be an indication of the presence of functional disorders in the stomatognathic system.