

# Možnosti ovplyvnenia rastu a vývoja čeluste a sánky čelustnoortopedickou liečbou

Possibilities of influence on growth and development of maxilla and mandible by orthodontic treatment

Sokolová, N., Homzová, N., Futejová, M., Pandyová, K., Petrášová, A., Jenčová, J., Jenča, A. ml.

MDDr. Natália Sokolová, MDDr. Naďa Homzová, MDDr. Mária Futejová, MDDr. Kornélia Pandyová, MUDr. Adriána Petrášová, PhD., MUDr. Janka Jenčová, PhD., MUDr. Andrej Jenča, PhD. ml.

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie, Akadémia Košice n.o. UPJŠ LF

## ABSTRAKT

Mechanizmami používanými v čelustnoortopedickej liečbe dokážeme ovplyvniť tvar a rast čelustí. Počas vývoja je to možné konzervatívne, pomocou čelustnoortopedických aparátov, limitovaní sme však genetickým potenciálom každého jedinca, ktorý vplýva nielen na vznik rôznych zhryzových odchýlok. Geneticky podmienená je aj veľkosť, tvar či smer rastu čeluste a sánky. Čelustnoortopedická regulácia vyvíjajúceho sa chrupu je dôležitá najmä z funkčného a estetického hľadiska. V tomto prehľadovom článku autori poskytujú súhrn informácií o možnostiach ovplyvnenia rastu čeluste a sánky prostredníctvom čelustnoortopedickej liečby.

**Kľúčové slová:** rast čeluste, rast sánky, čelustnoortopedický aparát, kondyl temporomandibulárneho kĺbu, interceptívna liečba

## ABSTRACT

By the action of mechanisms used in orthodontic treatment, we can influence the shape and growth of the jaws. During development, this can be achieved conservatively using orthodontic appliances; however, we are limited by the genetic potential of each individual, which affects the occurrence of various malocclusions, as well as genetically determined factors such as the size, shape, and direction of jaw and maxilla growth. Orthodontic regulation of the developing dentition is important, particularly from both functional and aesthetic perspectives. In this overview article, the authors provide a summary of information on the possibilities of influencing the growth of the jaw and maxilla through orthodontic treatment.

**Key words:** mandible growth, maxillary growth, orthodontic appliance, condyle in temporomandibular joint, interceptive treatment

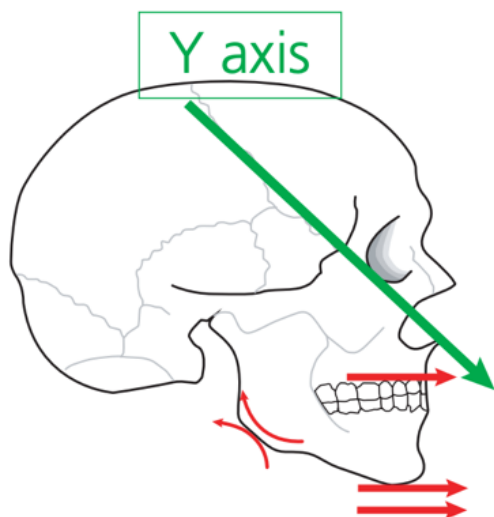
## Úvod

Čelustnoortopedická (ortodontická) liečba predstavuje súbor postupov, pri ktorých sa prostredníctvom mechanických prostriedkov (čelustnoortopedických aparátov) upravuje poloha zubov a modifikuje rast čelustí. Využíva sa pri tom vlastnosti niektorých tkanív splachnokránia, ktoré reagujú na mechanickú silu alebo na zmenu polohy morfológickými zmenami. Je to ich prirodzená vlastnosť uplatňujúca sa počas vývoja, kde práve takéto podnety (napr. žuvacie pohyby, dýchanie, zlozvyky) ovplyvňujú výsledný tvar čeluste a sánky a polohu zubov. Cieľ včasnej interceptívnej liečby spočíva v umožnení trvalému chrupu vyvíjať sa v estetickú pozíciu, s pravidelným usporiadaním zubov v zubných oblúkoch čeluste a sánky. Poruchy rastu čeluste a sánky a následné skeletálne ortodontické anomálie možno diagnostikovať už v čase rastu pacienta. Vada býva identifikovateľná v čase výmeny chrupu a v období nástupu druhého rastového špurtu na základe kom-

plexného vyšetrenia pacienta. Včasná diagnostika otvára možnosť ovplyvniť ďalší nepriaznivý rast čeluste a sánky. Pri vhodne zvolenej metóde pacienta ušetríme od rozsiahlych chirurgických intervencií v skorej dospelosti.

## Rast a vývoj čeluste a sánky

Počas rastu pacienta je možné pomocou ortodontických aparátov riešiť čelustnoortopedické anomálie a ovplyvniť tak aj rast čeluste a sánky. V klinickej ortodontícii spočíva problém v pokračovaní rastu tvárových kostí od narodenia až do skorej dospelosti a jeho priebeh nie je presne predvídateľný. Poznáme síce priemernú rýchlosť a smer rastu, ale rastové rotácie prebiehajúce v troch priestorových rovinách majú za následok rozdielne skeletálne vzťahy. Tieto vedú k rôznym hodnotám vzťahov čeluste a sánky u anomálií II. Angleovej triedy, III. Angleovej triedy, vertikálnych či transverzálnych odchýlok. Svoju úlohu zohrávajú aj tvárové svaly a vplyv environmentálnych faktorov na chrup (obr. 1) (14).



Obr. 1: Smer rastu tvárového skeletu podľa Fleminga (6)

Fig. 1: Direction of growth of facial skeleton according to Fleming (6)

### 1. Ovplyvnenie rastu v sutúrach

Maxilla je spojená so susednými kosťami sutúrami, ktoré vyplňa väzivová chrupavka. Tieto sutúry predstavujú oblasť rastu. Ťah na sutúry podporuje intenzívny rast, naopak tlak ich rast spomaľuje. Brzdzenie rastu môže nastať počas celej fázy rastu, ale efektivita stimulácie závisí od anatomickej štruktúry sutúr. U menších detí je charakterizovaný rovnomerným priebehom, vyžadujúcim relatívne nízku silu na rozťahovanie sutúry a podporu rastu. Postupne dochádza k vlneniu a zväčšeniu kontaktných plôch, kde je potrebná väčšia sila. V neskorších fázach vývoja sa vytvárajú interdigitácie, ktoré znemožňujú ďalšie rozťahovanie. „Roztrhnutie“ sutúry (ruptúra sutúry) je možné dosiahnuť bez chirurgického zákroku len veľkou silou. Neskôr dochádza k vytváraniu kostných mostov medzi oboma stranami sutúry, ktoré ukončujú rast a tým aj možnosť ovplyvnenia bez chirurgickej intervencie. Stimulácia rastu čeluste je efektívna až do 11. roku s výnimkou podnebného švu. Tento šev je možné ovplyvniť aj u adolescentov jeho ruptúrou prostredníctvom výraznej sily a následným rozťahovaním, čím dochádza k transverzálnemu rozšíreniu čeluste (11).



Obr. 2: Hyrax expander na ruptúru podnebného švu (1)

Fig. 2: Hyrax expander for expansion of midpalatal suture (1)

### 2. Ovplyvnenie rastu v mliečnom chrupe

V mliečnom chrupe je potrebné predovšetkým odstraňovať pretrvávajúce zlozvyky (pri otvorenom zhryze alebo protrudovaných rezákoch), vykonávať včasný zábrus mliečnych zubov pri skríženom alebo nútenom obrátenom zhryze, liečiť obrátený a skrížený zhryz. V mliečnom chrupe ovplyvňujeme vzťah čeluste a sánky v transverzálnom, vertikálnom a antero-posteriornom smere (9).

### 3. Ovplyvnenie vyvíjajúcej sa trvalej dentície – usmernenie erupcie zubov

Skorým a bežným prejavom stesnania je nedostatok miesta pre erupciu a vývoj stálych bočných rezákov. Neskoro ortodontická intervencia a odkladanie liečby až do kompletnej erupcie všetkých stálych zubov môže mať za následok dentálne anomálie ako rotácia, palatinálna erupcia či dokonca retencia v dôsledku nedostatku miesta. Ak je nedostatok miesta na prerezanie stálych bočných rezákov, tieto sa takmer s istotou posunú zo svojej ideálnej polohy a erupčnej dráhy a neskôr bude potrebná ortodontická liečba. Ak vyrastú vyrotované alebo inklinované, v týchto nevhodných polohách sa tvoria aj periodontálne ligamentá. Po následnom upravení polohy zubov ortodontickým aparátom dochádza následne k prestavbe periodontálnych vlákien za účelom stabilizácie polohy zuba. Indikácia na extrakciu dočasných očných zubov je založená na predpoklade, že stesnanie týchto zubov je dané nepomerom veľkosti medzi zubami a miestom v alveole, a že bude nevyhnutná extrakcia trvalého zuba v každom kvadrante v neskoršom období. Zvyčajne ide o prvý premolár (7).

### 4. Ovplyvnenie rastu u anomálií III. triedy

Maloklúzia III. Angleovej triedy môže byť spôsobená anomáliou skeletálnej zložky alebo nesprávnym sklonom zubov, čo má negatívny vplyv na estetiku tváre a funkciu. Podľa Keima et al. najčastejším ortodontickým protokolom III. triedy je terapia pomocou expanzie maxilly a tvárovej masky (10). Táto liečba pôsobí ako na čelusť, tak aj na sánku. Optimálnym obdobím pre ortopedický prístup na liečbu anomálií III. triedy je predpubertálne obdobie, najneskôr puberta, kedy prebieha najväčší rast a vývoj. Expanzia čeluste je všeobecne považovaná za stabilnú s úspešnosťou v rozsahu 66 – 75 %.

Expanzery sa odporúča aktivovať 8 – 10 dní pred nasadením tvárovej masky aj pacientom, u ktorých nie je indikovaná expanzia čeluste v transverzálnom smere (8). Podľa Turleyho rýchla expanzia čeluste „disartikuluje“ maxillu, ktorá umožňuje priaznivejšiu reakciu na protrakčné sily stimuláciou bunkovej odpovede v okolomaxilárnych sutúrach. Zariadenie typu Headgear a maxilárne expanzery majú na tieto švy podobné účinky. Baik už v roku 1995 zistil výrazne väčší anteriórny posun maxilly použitím protrakcie a expanzie maxilly oproti protrakcii bez expanzie. Preto mnohí lekári odporúčajú expanziu maxilly týždeň pred začatím terapie tvárovou maskou aj v prípadoch neprítomnosti kompresie maxilly, stesnania alebo skríženého posteriorného zhryzu (18).

Jednou z ďalších variant terapie progénnych a pseudoprogénnych odchýlok je použitie skeletálne kotvených dláh typu Bollard a na nich nasadených medzičelustných

elastických ťahov. Základom systému je zavedenie štyroch skeletálne kotvených špeciálne tvarovaných miniplate dláh s háčikmi prenikajúcimi sliznicou do vestibula ústnej dutiny. Háčiky ústia nad úroveň pripojenej gingívy v oblasti prvých horných molárov a dolných očných zubov. Medzi háčikmi nosí pacient elastické ťahy po dobu približne jedného roka 24 hodín denne a ďalej podľa liečebného protokolu. Nosenie týchto dláh a na nich aplikovaných ťahov nie je pre pacientov príliš zaťažujúce a celú liečbu bežne dobre znášajú. Efekt celej liečby je predovšetkým skeletálny (5). Pacient ďalej nosí ortodontický aparát zvyšujúci zhryz a umožňujúci anteriórny pohyb horného zubného oblúka a prevrátenie obráteného zhryzu. Použitie skeletálne kotvených medzičelustných ťahov navyše nie je prekážkou nasadenia fixného ortodontického aparátu a riešenia dentálnych anomálií v zubných oblúkoch. Výsledkom je protrakcia čeluste a celej strednej tvárovej úrovne vďaka tenzii a apozícii kostí v nematurovaných švoch maxilárnych, palatinálnych a zygomatických kostí spolu s čiastočnou reštrikciou predných rastových tendencií sánky, zmenšením goniového uhla a distálnou relokáciou hlavice kondylu temporomandibulárnych kĺbov. Výhodou je zabezpečenie funkčnej interkuspidácie úpravou obráteného zhryzu a súčasné zlepšenie estetiky



**Obr. 3:** Aplikácia elastických ťahov po chirurgickom zavedení skeletálnych dláh, meranie presnej sily pomocou silomeru (4)

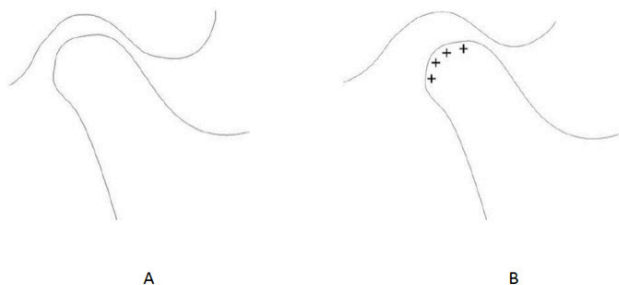
**Fig. 3:** Application of elastics after surgical placement of skeletal splinting, measuring precise force using a dynamometer (4)

ešte pred nástupom puberty, čo má významný pozitívny dopad na kvalitu života dospievajúceho pacienta (4).

## 5. Ovplyvnenie rastu v kĺbovej hlavici sánky

Kondylárny rast sánky je rozhodujúci pre veľkosť a symetriu tvárového skeletu. Výrazné odchýlky v zmysle nadmerného rastu sú známe ako mandibulárna progénia alebo laterogénia, v zmysle hypoplázie ako mikrogénia alebo hemiatrofia faciei (6). V sánke je možné ovplyvniť rastovú zónu v oblasti chrupavky kondylu temporomandibulárneho kĺbu, ktorá je tvorená špeciálnou, tzv. sekundárnou chrupavkou. Ortodontickými aparátmi je možné dosiahnuť miernu anteriórnu a inferiórnu dislokáciu hlavice kĺbu z kĺbovej jamky v rámci fyziologického rozsahu pohyblivosti. Pokiaľ táto dislokácia trvá dostatočne dlhú dobu, vedie k intenzívnejšiemu rastu v sekundárnej

chrupavke a ku prestavbe kondylu v anteroposteriornom a vertikálnom smere. Takto je možné sánku predĺžiť a zväčšiť jej výšku (obr. 4). Kondylárnu chrupavku je možné ovplyvniť počas celého obdobia rastu, ale najlepšie



**Obr. 4:** Schematické znázornenie stimulácie kondylárneho rastu v TMJ. A - fyziologická pokojová poloha kondylu, B - kondyl dislokovaný aparátom, (+) - miesto aktivácie rastu. (5)

**Fig. 4:** Simulation of condylar growth in TMJ. A - physiological rest position of condyle, B - condyle dislocated by the apparatus, (+) - site of growth activation. (5)

výsledky dosahujeme v období pubertálneho rastového špurtu. Zabrzdzenie alebo zastavenie rastu (napr. pri pravej progénii) tlakom preneseným na chrupavku nie je možné (5).

## 6. Úloha genetiky a environmentálnych faktorov na kondyl počas rastu sánky

Mnohé štúdie sa snažili objasniť vzorec rastu sánky a poskytnúť informácie o rôznych miestach rastu, ktoré prispievajú ku konečnému tvaru sánky. Napríklad experimenty s implantátmi v sánke od Björka preukázali, že oblasť kondylu je hlavným faktorom určujúcim celkovú výšku ramena sánky, pričom kombinácia resorpcie na prednej hrane spolu s apozíciou na zadnej hrane sánky určuje šírku ramena a dĺžku tela sánky (2, 3).

## 7. Genetická modifikácia rastu kondylu

Budúci kondyl vzniká ako nahromadenie buniek, ktoré sú s mandibulárnym periostom súvisle prepojené a obsahujú alkalickú fosfatázu (17). Tieto bunky nemajú mezenchymálny charakter, ale sú diferencované na bunky podobné periostu, ktoré môžu byť bipotencionálne – medzi osteogénnymi a chondrogénnymi líniami. Rozdiely v expresii génov medzi periosteálnym perichondriom a susediacimi vrstvami chrupavky určujú reguláciu rastu a regeneráciu tkanív v rôznych zónach kondylu sánky. Táto jedinečná bipotencia vysvetľuje rast a je odpoveďou na mechanickú stimuláciu, ako je napríklad liečba funkčnými aparátmi.

## 8. Dôkazy z animálnych experimentov: poškodenie kondylu, transplantácia a rastové faktory

V animálnych experimentoch od Satravahu a Muchniča (16) sa dôsledkom kondylektómie ukázal nedostatočný vertikálny rast tváre u rastúcich aj dospelých zvierat, najmä v oblasti alveolárnych výbežkov čeluste aj sánky. Tieto pozorovania zaznamenané u rastúcich aj dospelých



opíc považujú stratu integrity temporomandibulárneho kĺbu ako dôležitejší faktor než stratu miesta rastu. Účinky odstránenia chrupavky na rast sú tiež významné. Zlomennina krčka kondylu vedie k odtiahnutiu hlavy kondylu od glenoidnej jamky ťahom m. pterygoideus lateralis. Kondyl sa efektívne odstráni a postupne sa zresorbuje. Ak by bol kondyl dôležitým primárnym rastovým centrom, jeho poranenie v mladom veku by spôsobilo vážne obmedzenie rastu sánky.

## 9. Vplyv enviromentálnych faktorov na liečbu funkčnými aparátmi

Malý kontinuálny tlak aplikovaný in vitro zodpovedá kontinuálnemu tlaku vyvíjanému na kondyl perichondreálnym obalom v podmienkach in vivo. Funkčná aktivita temporomandibulárneho kĺbu in vivo generuje malé prerušované sily na imitáciu tejto sily. Nosenie intraorálneho alebo extraorálneho aparátu na protrudovanie sánky a tým zníženie prerušovaných síl na kondyl vedie k zvýšenej aktivite v proliferatívnej zóne chrupavky. Nasleduje obdobie prídavného rastu v oblasti kondylárnej chrupavky, ktorý pokračuje, kým sa nedosiahne nová rovnováha. Petrovic a kol. uvádzajú na svojich pokusoch s potkanmi, ktoré mali sánku v protrudovanej posturálnej polohe, okrem zvýšenia rýchlosti rastu kondylu aj zväčšenie mandibuly (15). Mandibula bola o 5 – 15 % dlhšia ako u kontrolných zvierat. Geneticky nebolo možné v ich pokusoch tiež zistiť predurčenú konečnú dĺžku mandibuly. McNamara vykonával experimenty s funkčným protrudovaním sánky u mladých dospelých opíc makak rhesus a uviedol konzistentné zvýšenie rastu kondylu v porovnaní s kontrolnými zvieratami (12, 13).

## Záver

Pôsobením mechanizmov používaných v čelustnoortopedickej liečbe dokážeme ovplyvniť tvar a rast čeluste a sánky. V mliečnom a zmiešanom chrupe ovplyvňujeme rast použitím myofunkčných aparátov, ktoré prostredníctvom konštrukčného zhryzu vedú sánku do správnej pozície. V zmiešanom chrupe usmerňujeme erupciu trvalých zubov a riešime výrazné stesnanie sériovými extrakciami mliečnych zubov, liečime retrooklúzie s protrudovanými hornými rezákmi a meziooklúzie pomocou expanzie čeluste s tvárovou maskou. Po úspešnej čelustnoortopedickej terapii v mliečnom a zmiešanom chrupe sa často možno vyhnúť extrakčnej a chirurgickej terapii v neskoršom veku a dokážeme zmierniť skeletálnu odchýlku.

## Literatúra

1. Agarwal, A., Mathur, R. Maxillary expansion. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2010; 3(3): 139–146.
2. Björk, A.: Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. 1963. In *J dent res.* Vol. 42, s. 400–11. Issn 0022-0345.
3. Björk, A.: Kaebernes relation til det ovrigt kranium. 1971. In Lundström, A. (ed.): *Nordisk lärobok i ortodonti.* Stockholm: Sveriges Tandläkarförbunds Forlagsförening, ISSN 1055-6656.
4. Borovec, J., et al.: Skeletálně kotvené dlahy typu bollard u pacientů s progenním stavem. 2019. In *Česká stomatologie / Praktické zubní lékařství*, roč. 119 (3), s. 90-95. ISSN 1805-4471.
5. Cornelis, M.A., et al.: Modified miniplates for temporary

skeletal anchorage in orthodontics: placement and removal, surgeries. 2008. In *J Oral Maxillofac Surg.*, vol. 66(7), s. 1439–1445. ISSN 0278-239.

6. Fleming, P., Lee, R. *Orthodontic functional appliances: Theory and practice.* Londýn: Wiley Blackwell. 2016. 172 s. ISBN 9781118670545.

7. Harfin, J., Satravaha, S., Faltin, K. *Clinical cases in early orthodontic cases.* Švajčiarsko: Springer, 2017. 347 s. ISBN 978-3-319-46250-9.

8. Hiremath, M., et al.: Early Orthopedic Management of Class III Malocclusion with Rapid Maxillary Expansion and Facemask Therapy: Two Case Reports. 2021. In *Journal of South Asian Association of Pediatric Dentistry*, vol 4 (2), s. 142-147. ISSN 2582-1024.

9. Kamínek, M. et al. *Ortodoncie.* Praha: Galén, 2014. 246 s. ISBN 978-80-7492-122-3.

10. Keim, R. G., Gottlieb, E. L., Nelson, A.H., et al. 2008. JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. In *J Clin Orthod*, vol. 42, 625–640. ISSN 00223875.

11. Lysý, J. 2022. Úvod do čelustnej ortopédie. Bratislava: UK. 2022. 129 s. ISBN 978-80-223-5387-8

12. McNamara, J.A., Hinton, R.J., Hoffman, D.L. 1982. Histological analysis of tempromandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). In *Am J Orthod.* Vol. 82, s. 288–98. ISSN 0889-5406.

13. McNamara, J.A., Connelly, T.G., McBride, M.C. 1975. Histological studies of tempromandibular joint adaptations. In: McNamara J.A Jr, ed., *Determinants of mandibular form and growth.* Cranofacial Growth Series, vol. 4. Ann Arbor, MI: Center for Human Growth and Development, University of Michigan; 1975. 281 s. ISBN 0608183423.

14. Noar, J. *Interceptive orthodontics: A practical guide to occlusal development.* Londýn: Wiley Blackwell, 2014. 91 s. ISBN 978-1-118-88028-9

15. Petrovic, A., Stutzman, J., Gasson, N. 1981. The final length of the mandible: Is it genetically determined? In: Carlson DS, ed., *Craniofacial biology.* Cranofacial Growth Series, vol. 10. Ann Arbor, MI: Center for Human Growth and Development, University of Michigan, 1981. 220 s. ISBN 1550091271.

16. Satravaha, S.. Rapid maxillary expansion in an adult patient with/in spite of torus palatinus. 1987. In *Prakt Kieferorthop.* Vol.1, s. 97–100. ISSN 0931-6965.

17. Skieller, V., Bjork, A., Linde-Hansen, T. 1984. Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample. In *Am J Orthod.* Vol. 86, 5, s. 359–370. ISSN 0889-5406.

18. Turley, P.K. Orthopedic correction of class III malocclusion: retention and phase II therapy. 1996. In *J Clin Orthod*, vol. 30, s. 313–324. ISSN 00223875.

## Korešpondujúci autor:

MDDr. Natália Sokolová

natalia.sokolova@upjs.sk