

ANALÝZA SMĚRU HLAVNÍCH NAPĚTÍ V DOLNÍ ČELISTI DĚTÍ

Doc.Ing. Miroslav Petrtýl, CSc

Ing. Bedřiška Petrovičová, CSc

Ing. Stanislav Cais, CSc

katedra stavební mechaniky stavební fakulty ČVUT v Praze

Resume:

Studie se týká části rozsáhlého úkolu zaměřeného na zjišťování směrů hlavních napětí za stavu symetrie dolní čelisti dětí a za stavu po poruše, tj. po vzniku dislokované zlomeniny kloubního výběžku. Pro určení směrů hlavních napětí bylo použito metody reflexní a dvourozměrné fotoelasticimetrie. Silové účinky ve svalech byly stanoveny pomocí počítače. Cílem studie bylo odvodit nový pracovní režim svalů při skusu, který by vedl ke snížení deformací dolní čelisti, případně obličejového skeletu.

Klíčová slova: biomechanika skusu, směry hlavních napětí, fotoelasticimetrie, dolní čelist, deformace obličejového skeletu

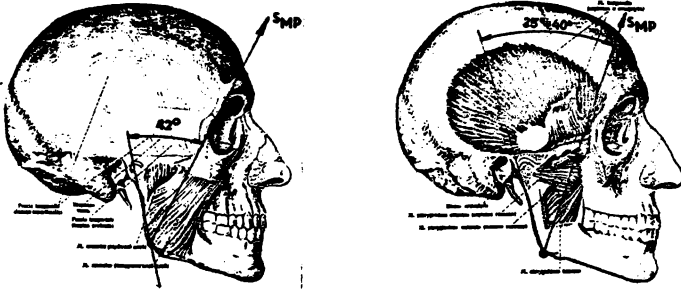
I. Úvod do problematiky

Úderem do anteriorní části dolní čelisti, při pádu dětí, dochází v některých případech ke vzniku dislokované zlomeniny kloubního výběžku. V důsledku porušení přirozeného režimu uložení dolní čelisti v lokalitě poruchy, nastává přerozdělení napjatosti v kosti dolní čelisti. V místech poruchy vyrůstá nový kloubní výběžek, který je však kratší než původní. Čelist je jako celek po poruše posunutá a pootočená ke straně porušené. Nastává zkřížený skus, obličej dítěte se deformuje. Deformace je výrazně zvětšena po prvním růstovém zrychlení. K opětovnému zvětšení deformace dochází během druhého růstového zrychlení. Cílem výzkumu je určit takové rozdělení silových účinků při skusu, aby byly prioritně do silových interakcí „zapnuty“ ty svaly, které vyvodí v čelisti takový napjatostní stav, který zastaví nebo bude zcela eliminovat progresivní postup de-

formací obličejového skeletu.

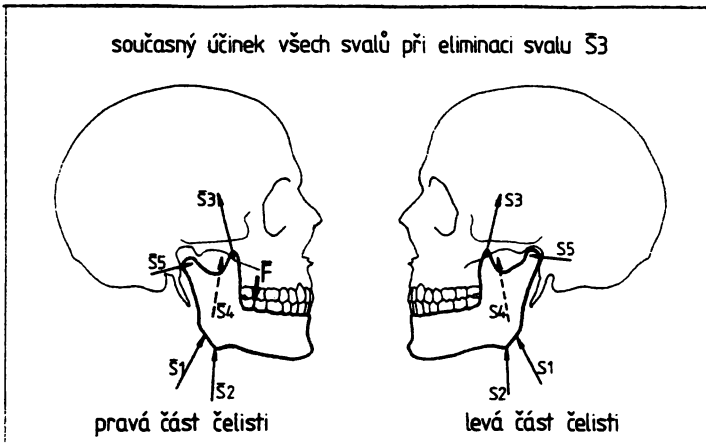
II. Metodika výzkumu

Vzhledem k tomu, že dosud nebyly nikde změřeny nebo počítány silové účinky nejmohutnějších svalů svazujících dolní čelist s lebečním skeletem, přistoupili jsme v první etapě výzkumu k analytickému jejich stanovení pomocí počítače. Dolní čelist byla uvažována jako obloukový nosník,

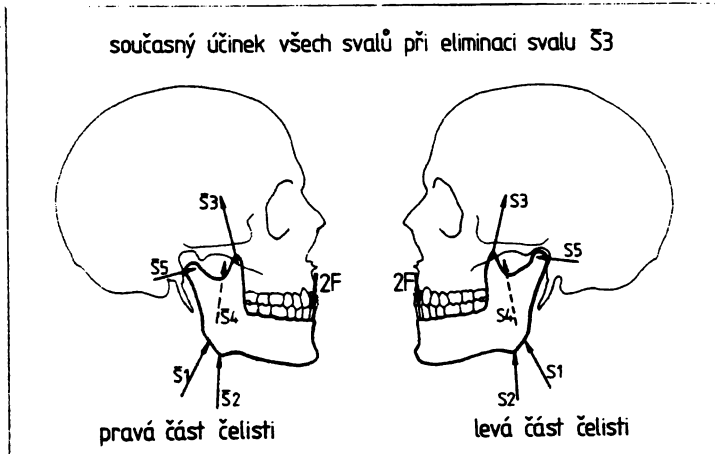


Obr. 1 Anatomická konfigurace svalů. Vlevo na obrázku je patrný vnitřní a povrchový masseter, vpravo pterygoideus medialis, pterygoideus lateralis a řezem uvolněný masseter temporalis

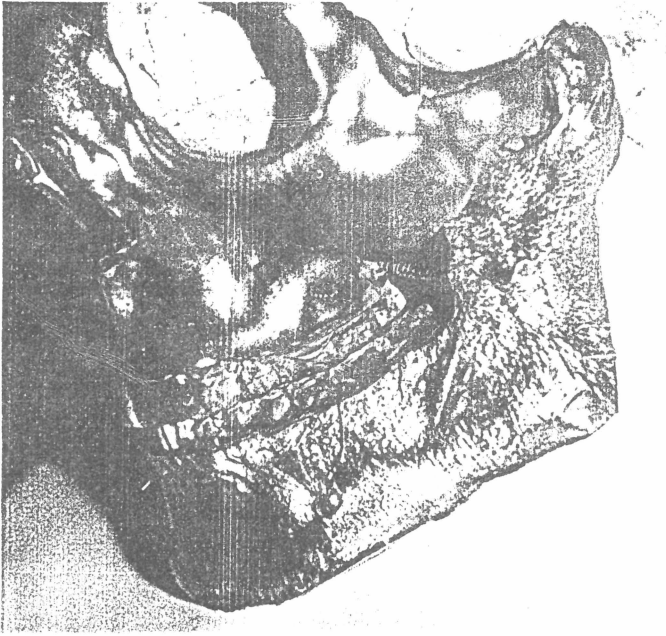
vázaný k lebce dvěma pevnými klouby a pěti páry svalů (bioelastických prutů), které přenášejí pouze tahové síly. Za předpokladu symetrie a asymetrie skeletu byly v podmínkách symetrického a asymetrického skusu v úrovni stoliček a v podmínkách skusu v místech předních řezáků stanoveny na počítači silové účinky ve svalech (pro „jednotkovou“ sílu při skusu). Poté metodou rovinné fotoelasticimetrie byly v dolní čelisti určeny isokliny a z nich odvozeny izostaty. Průběhy takto zjištěných izostat byly porovnány s izostatami určenými pomocí reflexní fotoelasticimetrie. Z hlediska cílů úkolu byla pozornost zaměřena na stanovení směrů dominantních hlavních napětí ve stěně dolní čelisti, protože v těchto směrech u kompakty a spongiozy nastává jejich koincidence s hlavními směry struktury (materiálu). Vhodným



Obr. 2 Asymetrie geometrické konfigurace dolní čelisti a asymetrie zatížení při skusu (skus je realizován v místě stoliček na postižené straně skeletu)



Obr. 3 Asymetrie dolní čelisti při jejím zatížení v místech předních řezáků (m. temporalis je eliminován)



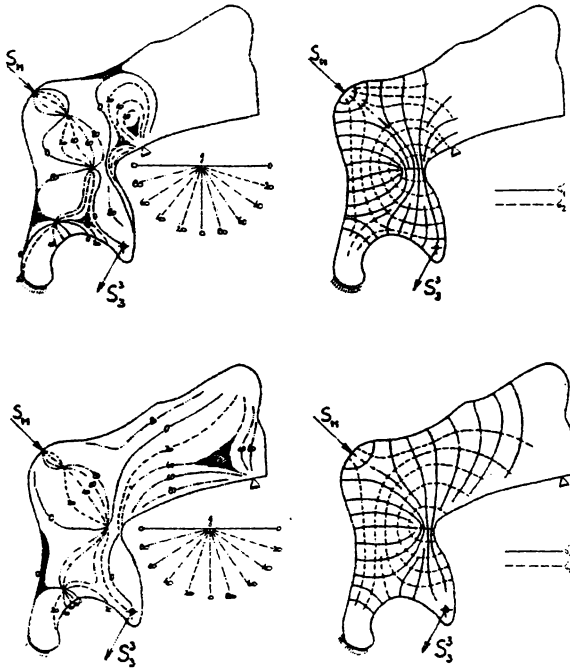
Obr. 4 Pohled na část lebečního skeletu s reflexním povrchem

přeorientováním těchto směrů lze docílit růstové změny, které mohou být směřovány tak, aby vzniklé deformace po úrazu byly minimalizovány.

III. Souhrn nejdůležitějších závěrů

Z výzkumu lze učinit následující nejdůležitější závěry:

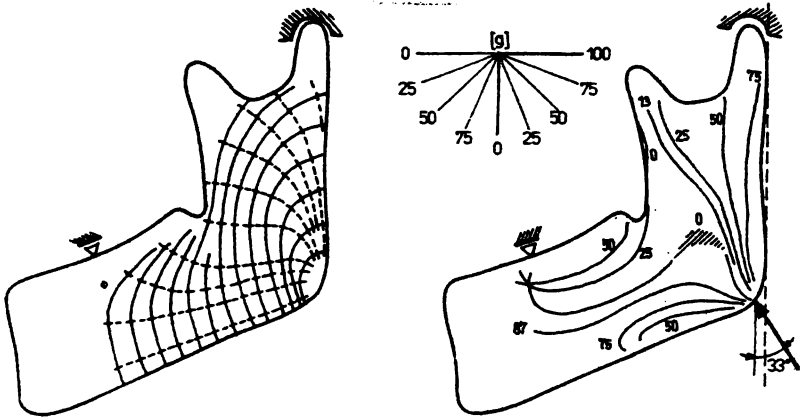
1. Při symetrickém zatížení zadních stoliček vzniká největší silový účinek v povrchovém masseteru $S_1 = \bar{S}_1$, poté ve svalu temporalis $S_3 = \bar{S}_3$ a v musculus pterygoideus medialis $S_4 = \bar{S}_4$. Při eliminaci silového účinku pravého povrchového masseteru $S_1 = 0$ se ve všech svaích zvyšuje silový účinek přibližně o 30 %; velikost reakce v pravém kloubu (na straně postižené úrazem) se zmenšuje o 3 % a na opačné straně (v levém kloubu) se reakce zvětšuje o 57 %.



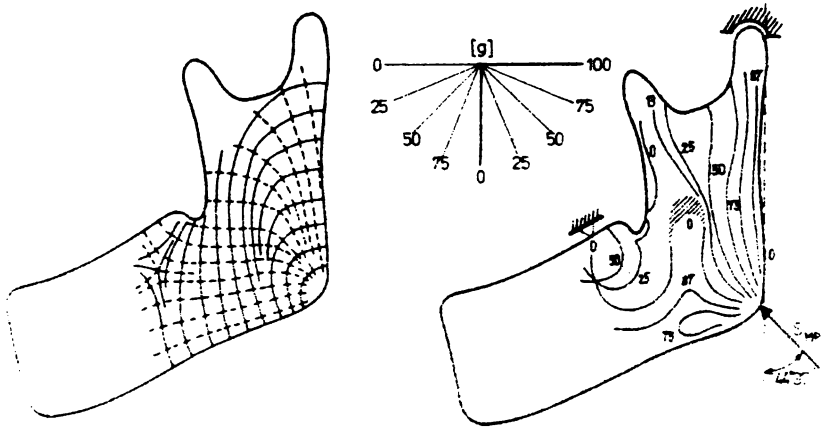
Obr. 5 Průběhy izoklin a izostat zjištěných metodou rovinné fotoelastocimetrie; varianta sil S_1 až S_4 (na horním obrázku za předpokladu zadního skusu, u spodního obrázku za předpokladu předního skusu)

Při eliminaci svalu temporalis na straně postižené $\bar{S}_3 = 0$ se účinky ve všech svaech zvětšují o 15 %, reakce v pravém kloubu se zmenšuje o 30 % a v levém kloubu se zvětšuje o 30 %.

2. Při asymetrickém zatížení dolní čelisti jedinou silou působící na straně postižené v místě zadních stoliček vznikají největší síly ve svaech: $S_1, \bar{S}_1, S_2, \bar{S}_2, S_3$ a \bar{S}_3 . Při eliminovaném svalu $\bar{S}_3 = 0$ na straně postižené se ve všech svaech zvětšují síly o 15 % a velikost reakce v místech pravého kloubu se zmenšuje o zhruba 63 %, u levého kloubu se zvětšuje o 15 %. Při eliminovaném svalu



Obr. 6 Průběhy izoklinných a izostatických křivek zjištěných pomocí reflexní fotoelasticimetrie; varianta předního skusu (s vyloučením m. temporalis S_3, \bar{S}_3)



Obr. 7 Průběhy izoklinných a izostatických křivek zjištěných pomocí reflexní fotoelasticimetrie, varianta zadního skusu (s vyloučením m. temporalis S_3, \bar{S}_3)

- $\bar{S}_1 = 0$ vzrůstají síly ve všech svalech o 30 %, reakce v levém kloubu o 35 % a v pravém kloubu se zvětšuje o 50 - 60 %.
3. Při asymetrickém zatížení dolní čelisti jedinou silou působící na nepostiženou straně v místech zadních stoliček jsou největší silové účinky opět ve svalech: $S_1, \bar{S}_1, S_2, \bar{S}_2, S_3$ a \bar{S}_3 . Při eliminovaném svalu $\bar{S}_3 = 0$ na straně postižené vzrůstá velikost silových účinků ve všech svalech o 15 %, reakce v levém kloubu o 19 - 25 % a u pravého kloubu se zmenšuje o 13 %. Při eliminaci svalu $\bar{S}_1 = 0$ vzrůstají síly ve všech svalech o 30 %, v levém kloubu se reakce zvětšuje o 130 %, zatímco v pravém kloubu se zmenšuje o 7 %.
 4. Z izoklinných a izostatických křivek stanovených pomocí rovinné a reflexní fotoelasticimetrie vyplynulo, že při předním skusu jsou směry hlavních tlakových napětí příznivěji orientovány vzhledem k dolní hraně dolní čelisti, a to při skusu v levé přední části čelistního oblouku. Zhruba ve směru dolní hrany lze předpokládat i směry dominantních hlavních tlakových napětí a koincidenci těchto směrů se směry struktury. Současně lze předběžně na základě provedených měření a výpočtů doporučit skusy v lokalitách levých zadních stoliček, což mj. vede, při funkčním oslabení svalů $\bar{S}_1, \bar{S}_2, \bar{S}_3$ a \bar{S}_4 v postižené polovině čelisti, k menšímu namáhání pravého kloubu.

Literatura:

- /1/ Petrtýl M., Ondrouch A., Milbauer M.: Experimentální biomechanika pevné fáze, Academia, 1985
- /2/ Ramba: Růstová asymetrie obličejce po zlomenině kloubního výběžku dolní čelisti, Praktický zubní lékař (v tisku)
- /3/ Petrtýl M., Matyáš J.: An analysis of the causes of growth in the mandible following the fracture of the articular process, Technische Universität Dresden, Proc.: Experimentelle Methoden der Festkörpermechanik, Dez. 1988, pp.1-4
- /4/ Cais S., Petrovičová B., Petrtýl M.: Program CPP-02-MANDB2 Portran, ČVUT, FS, 1988