

Universita Karlova v Praze
děkanát 2.lékařské fakulty
k rukám Doc. MUDr. Ondřeje Hrušáka, Ph.D.

V Úvalu 84
156 05 Praha 5

Posudek doktorské disertační práce

pana MUDr. Martina Švehlíka

z oboru doktorského studijního programu experimentální chirurgie.

Pan MUDr. Martin Švehlík, lékař ortopedické kliniky UK 2 FN a FN v Motole předkládá k posouzení určeným oponentům svou práci

Analýza chůze u dětské mozkové obrny (CP)

Práce je předložena jako vázaný tisk v anglickém jazyce na 144 stránkách a skládá se ze dvou částí. První část je vlastní práce, která včetně seznamu použité literatury (11 stran) je uvedena na 84 stranách. Jako příloha na dalších 32 stranách je přiloženo 8 publikací (2x v češtině, 6x v angličtině) v odborných časopisech s vlastními seznamy použité literatury, které se vztahují ke zkoumaným pěti problémům (studiím).

Vlastní práce se skládá z části obecné (teoretické), a to na straně 7 až 18, popisující výskyt CP, etiologii, klasifikace, mechanismus vzniku, formy, vysvětlení spasticity a výsledky léčení (cvičení, medikamentózní terapie perorální a parenterálními bloky a nakonec stručným přehledem léčby chirurgické na měkkých tkáních. Tyto kapitoly shrnují obecně známé věci s důležitými odkazy na příslušnou literaturu včetně známých definic DMO (CP). Upozorňuje přitom na fakt porodní váhy do 1500 g, kde výrazně výskyt CP stoupá ze 3 případů na 1000 narozených až na 60 případů CP z 1000 narozených dětí.

V etiologii shrnuje příčiny vzniku CP v době prenatální, v období porodu a době postnatální. V této třetí kategorii klade dle literatury hranice vzniku CP do věku 2 let, což podle mých zkušeností je poměrně nízká hranice. Tedy dle mých zkušeností a podle diagnostiky zahraničních pracovišť je hranice kladena do věku až 4 let (úrazy CNS, ale i stavy po zánětech plic nebo aspirace tekutin – zkušenosti s arabskými dětmi diagnostikovanými na významných pracovištích v USA, GB, NSR, ale i přímo v některých arabských státech). Hranice samozřejmě souvisí s přítomností nezralého mozku.

Popis jednotlivých typů CP a jejich mozkových kombinací nevybočuje z běžné literatury. Za velmi poučnou pro pochopení vzniku deformit považují však část (strana 12-13), pojednávající o mechanismu jejich vzniku. Autor popisuje jako primární poškození mozku, které způsobuje sekundární změny až opožděně působením změn svalového tonu (až po omezení růstu svalů do délky), jež vede až k deformitám kostí (a z toho vznikajících kloubních dysplasií). Jako terciární změny uvádí pak změny vznikající interakcí předcházejících změn se zachovanými nebo náhradními mechanismy pohybu, které všechny společně působí na celý mechanismus pohybu. To platí samozřejmě i o zkoumaném chůzovém mechanismu. Toto vysvětlení je hlavní náplní předložené práce. Rozpoznání

primárních, sekundárních a terciálních změn je důležité pro pochopení jejich vzniku a následnosti. Je důležitým pro správnou indikaci léčebného způsobu, což platí v maximální míře pro volbu operace. Zjednodušeně řečeno je třeba odlišit vždy příčinu a následek. Zvláště při operacích, kdy prodlužujeme délku svalu (možnost hyperkorekce – oslabení svalu). Chůzový mechanismus u CP je neefektivní a vysoce energeticky náročný pro aktivaci antagonistů a ko-kontrakci ostaních okolních svalů, což vyplývá nejen z literatury, ale i z autorem prováděných měření v této předložené práci. Vzhledem k tomu, že jsou postiženy orgánové systémy v jejich vývoji (růstu) od CNS přes neuromuskulární funkce až po tvarové změny, léčení vyžaduje multidisciplinární přístup. Zajímavá je autorem vizualizovaná pyramida léčebných zásahů fyzikální terapie a dlahování přes medikamentózní léčení perorální a neurolytické bloky až po chirurgii, intrathekální baklofenovou pumpu až po selektivní rhizotomii.

Z hlediska praktického léčení CP jsou zajímavé některé autorem uváděné léčebné postupy, které se na pracovišti UM v Grazu (Rakousko-současné pracoviště autora) liší od našich postupů. Neurolytických bloků (Botulotoxin – A, str.17) užívá toto pracoviště pouze v celkové anestezii dítěte a účinek řídí nejen výši aplikované dávky přísně do vybraného svalu, ale k vyřazení co největšího množství myoneurálních plotének i v jednotlivém svalu na úrovni několika rovin, tedy v celé délce svalu, nikoliv jedním vpichem. Kromě toho během dvaceti čtyř hodin je dítě zasádrováno v příslušném korekčním postavení, čímž je údajně vyřazeno délkové působení svalu na růst kostí. Sádra je přiložena na 4 týdny. Autor uvádí rovněž jako hlavní zásadu léčby selektivní rhizotomií, že je u diplegie užívána k redukci spasticity pro zlepšení chůze, u kvadruplegie k zlepšení možnosti ošetřování dítěte s CP.

Právě využití analýzy chůze vnáší důležité poznatky do plánování chirurgické intervence poznáním patologické mechaniky kroků, tedy chůze. Je důležitá pro indikaci, limitaci a timing nejčastějších chirurgických výkonů, mezi něž patří operace hlavních svalových skupin na dolních končetinách včetně pletence pánevního. Autor uvádí pak velmi přehledně poruchy jednotlivých fází kroku, na kterých se na operaci uvažovaná skupina svalů podílí, takže i tato klinická část hodnocení jednotlivých krokových fází může být vodítkem pro volbu operace (např. velikost kolenní flexe, která se může měřit i nepřímo nejnižší vzdáleností chodidla od podložky, nebo posouzení iniciálního kontaktu a celé stojné fáze atd.)

Od strany 21 shrnuje autor celou biomechaniku lidské chůze a popisuje cyklus jednotlivého kroku od iniciálního kontaktu s podložkou po konečnou swingovou fázi s dobou relativního trvání těchto fází u zdravých (60% stání, 40% švihová fáze) a naopak u dětí s CP. Podrobný popis je důležitý pro změny jednotlivých fází, jejich kvality a doby trvání s odpovědností jednotlivých svalových skupin za jednotlivé fáze pohybu. Autor v kapitole o analýze chůze vysvětluje důležité komponenty pro hodnocení. Použité zvolené odrazové markery na končetinách definují jednotlivé segmenty na dolních končetinách, které pak zjednodušují v určitých úsecích na pevné těleso (matematický model). Markery jsou snímány v odraženém infračerveném světle trojdimenzionálně (3D) osmi kamerami. K analýze pak autor používá následující komponenty: kinematiku (popis pohybu segmentů končetin vůči sobě), kinetiku (popis momentů a sil působících v kloubech – tlakem na silové desky, po kterých se pacient pohybuje), elektromyografii, výdej energie a klinické pozorování.

Pro srovnání je třeba znát grafické modely u nepostižených dětí, které si vypracoval sám autor. V laboratoři (tyto práce byly provedeny na pracovišti v Grazu) autor provádí trojrozměrné záznamy kamerami, které umožňují srovnání pohybu segmentu nejen v sagitální rovině, ale i rotace. Pohyb je zaznamenávám na kůži upevněnými markery od pánve distálně. Následuje řada pojmů, které jsou vysoce speciální a týkají se matematického modelingu, ke kterým se nemohu vyjádřit. Právě pomocí uvedených desek je možno graficky znázornit velikost síly na chodidlo při jednotlivých fázích stojné fáze kroku. Je vysvětlen i pojem "foot

clearance," což je nejnižší vzdálenost chodidla od podložky během swingfáze, což dokumentuje nastavení chodidla před oporou chodidla.

Dynamická EMG ukazuje vystihujícím způsobem zapojení jednotlivých svalů a změnu napětí u antagonistů. Nedá se jim určit spasticita (což bylo známo i dříve), ale lze stanovit časové zapojení svalů, a tak zjistit zapojení antagonistů a modelovací síly, nelze měřit absorpci síly.

Podstatou těchto vyšetření (str.39-kapit.muskuloskeletální modelace) je právě nová věc, tedy přínos autora v tom, jak se pacient pohybuje a jaké síly působí. Novinkou je tedy to, že na počítači můžeme nasimulovat svaly. Autor se částečně podílel s pracovníky mechanotroniky v Duisburgu – Essenu na vývoji software pro simulaci svalů dolních končetin během chůze (svalové délky) s použitím koordinát origo-inzerce svalu. To je důležité pro pochopení funkce a vliv délky svalů na pohybový vzorec během chůze. Udává se v procentech délky končetiny nebo segmentu v poměru ke stoji. Přímým účelem tohoto měření je indikace prolongace jednotlivých svalů ortopedickou operací, možnost kontroly výsledků během léčení a porozumění typu chůze (pohybového vzorce).

K potřebám srovnání svalových délek zdravé dětské populace a dětí s CP autor sám vypracoval tento popis u nepostižených dětí.

Autor si vytkl jako cíl své disertační práce pět úkolů (studií) své doktorské disertační práce :

1. Rekurvace kolena u dětí s CP.
2. Dynamický versus fixovaný pes equinus u dětí s CP. Jak pracuje m.triceps?
3. Krátkodobý efekt Botulotoxinu-A a seriálu redresního sádrování na délku m triceps surae a equinozního postavení nohy u dětí s CP.
4. Detekce peroperačních změn u dětí s CP: bezrozměrné versus k tělesné hmotnosti vztahované normalizace naměřené spotřeby kyslíku.
5. Vývoj schopnosti chůze po chirurgických zákrocích na měkkých tkáních u pacientů s CP. Co můžeme očekávat ?
 - a.

Výzkum byl proveden na dvou pracovištích. K otázkám 1-3 jde o studie vypracované na oddělení pediatrické ortopedie a dětské chirurgie na lékařské universite v Grazu v letech 2008-9.

Studie 1: k této studii (str.46-48 a str.57-59) patří přiložené publikace v Journal of Ped. Orthopaedics B v části 1a2, které jsou přijaty do tisku a která doplňují přesná čísla a grafy dětí vyšetřovaných k tomuto problému.

Studie 2: (str.49-50 a 62-63) k ní patří publikace v Archives of Physical Medicine and Rehabilitation opět s podrobnými výsledky.

Studie 3: (str.51 a str. 63), k ní patří studie v České a slovenské neurologii a neurochirurgii (2009 : 72: 105 (6): 553-558)

Studie 4: (str 52 a str.64) Studie týkající se energetických výdajů k ní je vázána publikace Journal of Applied Biomechanics připravena k publikaci.

Studie 5: (str.53-56) pojednává o vývoji chůze po chirurgických operacích s následným shrnutím na str.67-70. K tématu se váže publikace Journal of Pediatric Orthopaedics B (2008:17-113) a práce v časopise Ortopedie (2009: 3: 140: 144).

Autor podává ještě jednou shrnutí na str. 71 a 72.

Shrnutí hlavních výsledků:

Studie 1 : Tato studie se zabývá patobiomechanikou genu recurvatum . Použila modelování pohybového aparátu pacientů s CP pomocí trojdimenzionální počítačové analýzy chůze s ostatními uvedenými vyšetřovacími metodami. Byla využita simulace dynamické změny délek svalů během chůze k prokázání mezi typem equinozity a časovým průběhem patologické hyperextenze kolena. Příčinou časné rekurvace kolena je dynamická equinozita, pozdní rekurvace kolena je způsobena fixní deformitou, což lze samozřejmě rozeznat i klinickým vyšetřením v narkoze podle našich dlouholetých zkušeností.

Musculus semimembranosus, semitendinosus a dlouhá hlava bicepsu jsou abnormálně dlouhé a mají zvýšený rozsah funkčních svalových délek u pacientů s CP při genu recurvatum. Funkčně dlouhé hamstringy mohou vést k instabilitě kolena ve stejné fázi a následně k hyperextenzi. Tato interpretace výsledků je podpořena i naším pozorováním, že operačním překorigováním délky hamstringu vede u pacientů s CP k hyperextenzi. Autor dokládá, že equinozní postavení nohy na začátku stejné fáze chůzového cyklu společně s abnormálně dlouhými hamstringy jsou hlavními patofyziologickými faktory vedoucími ke vzniku genu recurvatum u pacientů s CP. Uvedená počítačová analýza chůze je pomocným prostředkem k volbě správného léčebného zákroku operačního nebo neoperačního.

Studie 2 : Equinozita nohy je jednou z nejčastějších patologií u dětí s CP. Autor podrobně popisuje rozdíly mezi fixní a dynamickou kontrakturou m. triceps surae dokumentované pomocí analýzy chůze. Pro pochopení role jednotlivých svalů m. triceps surae byly počítačově modelovány dynamické změny těchto svalů a také rychlost jejich kontrakce-relaxace, která se ukazuje důležitým faktorem pro sledování vývoje kontraktury a mohla by být faktorem odlišujícím fixní a dynamické kontraktury m. triceps surae. Výsledky této studie mohou přinést podle mého názoru zpřesnění diagnostiky typu equinozity a usnadnit výběr následné terapie.

Studie 3 : Vliv léčby Botulotoxinem - A a redresního sádrování na délku m. triceps surae (equinozní postavení nohy během chůze u pacientů s CP). Cílem bylo provést komplexní analýzu účinku vysokodávkovaného Botulotoxinu -A aplikovaného společně s redresním sádrováním při equinozním postavení nohy během chůze u dětí s CP. Dalším cílem bylo zhodnotit vliv této léčby na délku m. triceps surae. Do prospektivní studie bylo zařazeno 10 pacientů (17 končetin se spastickou formou CP a ekvinozitou chodidla). Pacienti byli vyšetřeni před léčbou a 10 týdnů po léčbě. Výsledky byly hodnoceny statisticky. Po aplikaci BTX - A se rychlost chůze ani délka kroku nezměnila. Dorziflexe na konci fáze jedné opory se zvýšila což vedlo k normalizaci výše uvedeného „slope quotient“. Došlo také k odstranění patologické generace síly během první poloviny fáze jedné opory. Proti očekávání autora síla plantiflexorů nebyla ovlivněna. Nebylo prokázáno ani prodloužení m.triceps. Závěr tedy říká, že uvedený způsob terapie vede ke zlepšení kinematiky a kinetiky na chůzi s ekvinozitou pacientů při CP.

Studie 4 : Byly porovnány dvě metody normalizace naměřeného energetického výdaje a to normalizace na kilogram hmotnosti proti normalizaci převedením na bezrozměrnou veličinu (pomocí délky dolní končetiny) u chůze pacientů s CP. Pacienti byly měřeni před a 9 měsíců po operační korekce ekvinozity. Chůzový stereotyp pacientů, měřený pomocí analýzy chůze

se zlepšil. Obě metody normalizace prokázaly signifikantní snížení energetického výdaje po provedených operacích. Bezrozměrná normalizace prokázala nižší variabilitu měření, neboť není závislá na antropometrii a věku pacienta. Autor ji doporučuje.

Studie 5 : Studie hodnotí vývoj parametrů chůze po korekci kontraktur dolních končetin. Pacienti byly sledováni klinicky i dotazníkem Functional Mobility Score. Analýza chůze a vertikálních výchylek trajektorie těžiště byla vyšetřena jednak předoperačně a poté za 3 a 9 měsíců po operaci. Analýza chůze prokázala normalizaci rozsahu pohybu v jednotlivých kloubech DK již v krátké době po operaci, některé chůzové parametry se upravily až po 9 měsících od operace, jinde zůstala deteriorace chůze v určitých parametrech, i když některé se upravily. To souhlasí i s naší klinickou zkušeností, že většinou k úplné úpravě zvláště u starších pacientů nedojde dříve než za jeden rok. Škoda, že tato měření nebyla provedena ještě po 12 měsících.

Závěrečné hodnocení práce

Téma zvolené práce je velmi aktuální. Před 20 lety bylo operační léčení projevů CP takřka zakázanou herezí, až na výjimku naší ortopedické kliniky. V posledních 10 letech se stalo operační léčení i na nižších než klinických pracovištích operativou módou. A jsme často svědky řady chyb i při výkonech na zahraničních pracovištích. Práce pana Dr. Švehlíka je věcí potřebnou ze dvou důvodů. Potvrzuje řadu hypotéz, kterými se naše klinika řídila, na druhé straně vyplňuje mezní potřeby objektivně hodnotitelného způsobu vyšetření CP. Samo EMG nám potřebnou bazi dif. dg. a operační indikace nepřineslo, byli jsme v počátcích naší práce odkázáni na klinické a později mezioborové vyšetřování a rozvalu. Metodika trojrozměrného kinetického a kinematického vyšetření ve spojení s EMG objektivizuje řadu léčebných indikací operační i neoperační léčby a objektivizuje dosažené zlepšení speciálně operačními zákroky, v první fázi zatím u zákroků na měkkých tkáních u CP. U nás je v počátku i hodnocení běžných pohybových vzorů, hodnocení úchylek u CP je u nás prací prioritní v celém v této práci uváděném rozsahu. Autor se i z pohledu zahraničních publikací zasloužil o vypracování specializovaného software, jak uvedeno v textu výše.

Popsaná metoda je u nás novinkou z počátku roku 2005. Po prvé máme možnost objektivizovat a počítačově znázornit předpoklady vzniku sekundárních a terciálních vlivů s patologickými vzory pohybu chůze. A již v této fázi nám z předložených prací vysvítají možnosti indikační a na druhé straně možnosti kontrolní po provedených zákrocích. Rovněž pro potřeby léčené i sociální (možnost technického vybavení pacientů s CP) je možno objektivizovat i energetickou spotřebu a její změny s narůstajícím věkem a naopak jejich snížení po léčebných zákrocích.

U studií 4, a 5. byla využita spolupráce s klinikou tělovýchovného lékařství UK 2LF a FNM společně s klinickou prací jejího autora na jeho mateřské ortopedické klinice v Motole. Velmi významná byla jeho spolupráce s fyziologickými pracovišti České armády v Praze (zátěžové desky).

Vědecká práce na studii 1. až 3. byla umožněna prací na oddělení dětské ortopedie a dětské chirurgie Lékařské University v Grazu s využitím vědeckého pracoviště university v Duisburgu-Essenu. Dr. Švehlík sám zpracoval potřebné vzory chůze u 24 zdravých dětí pro možnost srovnání, sám vypracoval i uvedený software. Podobná metodika u nás užita nebyla a jeho práci podle svých vědomostí považuji u nás za prioritní.

Práce je přehledně členěna až na, myslím, poněkud přebytečné rozdělení výsledků do několika částečně se opakujících závěrů.

Ke kvalitě jazyka se vyjádřit nemohu.

I příložené publikace jsou provázeny bohatými grafy, vážícími se k tématu. Vlastní práce i příložené publikace jsou provázeny bohatou literaturou odpovídající současnosti, nenašel jsem chyby v použití citací.

Práce má význam pro rozvoj naší ortopedické kliniky v Motole, neboť operativa neurogenních onemocnění tvoří jednu z hlavních náplní práce kliniky především na její dětské ale částečně i dospělé části, neboť problematika CP vytváří problémy nejen v dětském věku, kdy se organizmus vyvíjí, ale i v dospělém věku, kdy se opotřebovává. Kromě toho svým obsahem může být tato práce i ve své publikační části pokládána za jednu ze základních informací o komplexu, nazývaném dětská mozková obrna (DMO-CP) a ve své speciální části za návod k rozvoji klinických pracovišť, které se operativou a jinými léčebnými metodami zabývají.

Aplikace výsledků vyšetření některých pohybových vzorů chůze je možná již nyní k základní orientaci o indikacích a výhodnosti užití operační metodiky nebo využití léčení pomocí Botulotoxinu-A, uváděných autorem. Právě v oblasti operativy m.triceps surae a mm.hamstrings přichází nejvíce špatně provedených nebo časově nevhodně indikovaných výkonů bez ohledu především na sousední svalové skupiny.

Příložené publikace uvedené jako přijaté (a jedna k úpravě) splňují kvality mezinárodně uznávaných časopisů, stejně tak u časopisů našich, které jsou vždy recenzovány.

Dr. Švehlík dokázal publikacemi i svou doktorskou disertační prací předpoklady k samostatné vědecké práci.

Doporučuji tedy panu MUDr. Martinu Švehlíkovi udělení titulu Ph.D.

V Praze dne 14.4.2010

Doc.MUDr. Václav Smetana
emeritní přednosta ortopedické kliniky
UK 2.LF a FN v Motole