

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitačního lékařství FNKV



Jakub Michna

**Poranění kolene s následnou terapií na Spacecurl verifikováno
posturografií Tetrax**

Injury of knee and SMS (Spacecurl) by posturography tetrax

Bakalářská práce

Praha, květen 2014

Autor práce: Jakub Michna

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **PhDr. Karel Mende, PhD.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika rehabilitačního lékařství FNKV**

Předpokládaný termín obhajoby: 12.6.2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval samostatně a použil výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3.LF UK jsou totožné.

V Praze dne 28.května

Jakub Michna

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval svému konzultantovi PhDr. Karlu Mendemu, PhD. za jeho spolupráci, odborné vedení a poskytnutí rad při psaní mé bakalářské práce. Dále probandům za výdrž, ochotu a souhlas s publikací jejich fotografií.

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl	8
3. Anatomie	9
3.1. Kloubní plochy	9
3.2. Kloubní pouzdro.....	9
3.3. Vazivový aparát.....	9
4. Koleno jako celek.....	11
4.1. Poranění vazivového aparátu kolene a jeho následky	12
4.1.1. Typy poranění vazů	12
4.1.2. Terapie u jednotlivých poranění	12
4.1.3. Poranění předního zkříženého vazů.....	13
4.1.4. Poranění vnitřního postranního vazů	14
4.1.5. Poranění zadního zkříženého vazů.....	15
4.1.6. Poranění posterolaterálního komplexu	15
4.1.7. Poranění a poškození menisků	16
5. Senzomotorika	18
5.1. Metodika senzomotorické stimulace.....	18
5.1.1. Podstata metodiky	18
5.1.2. Výhody metody	20
5.1.3. Indikace a kontraindikace SMS	20
5.2. Přístroj Spacecurl (třídímenzionální terapie)	20
5.2.1. Pohyby na spacecurl	21
5.2.2. Průběh cvičení na 3D Spacecurl.....	22
5.2.3. Léčebné efekty cvičení	22
5.2.4. Indikace a kontraindikace	23
6. Posturografie.....	24
6.1. Faktory ovlivňující posturální stabilitu.....	24
6.2. Přístroj TETRAX.....	25
7. Praktická část.....	26
7.1. Vstupní vyšetření.....	26

7.1.1.	 Vyšetření na přístroji Tetrax.....	27
7.1.2.	 Výsledky vstupního vyšetření.....	28
7.2.	 Cvičební jednotka.....	28
7.3.	 Výstupní vyšetření.....	29
7.3.1.	 Výsledky výstupního vyšetření na přístroji Tetrax	30
8.	 Závěr	31
9.	 Souhrn	32
10.	 Summary	33
11.	 Seznam použité literatury	34
12.	 Seznam příloh.....	36
13.	 Přílohy	37

1. Úvod

Možnost bližšího seznámení se s cvičením na 3D Spacecurl, který využívá Klinika rehabilitačního lékařství FNK, mě inspirovala k psaní této práce. Jedná se o jeden z nejmodernějších přístrojů používaných pro intenzivní senzomotorickou stimulaci. První prototyp byl na kliniku dovezen v roce 2000.

Dosud provedené výzkumy prokázaly vliv cvičení na ovlivnění svalové síly, koordinace a rovnováhy, trénink prostorové orientace a komplexní reakční připravenosti. Vzhledem k terapii poruch motoriky se předpokládá využití ke zlepšení stability trupu, korekci chybných pohybových a posturálních vzorů, vypracování nových pohybových vzorů, zlepšení koordinace, čímž dojde i ke zlepšení orientace těla v prostoru (7). Poranění kolene, nejčastěji vazivového aparátu, kloubních ploch a menisků, je jedno z nejčastějších poranění na dolních končetinách. Až v 70 % vzniká při sportovních aktivitách. Většinou se jedná o poranění, která nejsou vážná a jsou dobře léčitelná, avšak zejména u sportovců mohou často ohrozit jejich sportovní kariéru. Prostředků pro diagnostiku a léčbu poranění je vcelku mnoho a většina z nich je velmi účinná. Rehabilitace je nedílnou součástí při léčbě poranění a účinky přístroje 3D Spacecurl jsou vhodné pro léčbu. Cílem této práce je prokázat vliv přístroje jak na pohybový aparát, tak na ostatní systémy.

Přístroj 3D Spacecurl dává pacientovi možnost vykonávat velké množství pohybů a díky tomu má na organismus mnoho účinků, které jsou ovšem těžko objektivizovatelné. Z tohoto důvodu jsem si vybral pro objektivizaci posturograf – Tetrax (Sunlight), který Klinika rehabilitačního lékařství FNKV vlastní. Jedná se o přístroj, který dokáže detailně odhalit změny na pohybovém aparátu i ostatních systémech (14).

2. Cíl

Hypotéza: Senzomotorická stimulace 3D Spacecurl má vliv na pohybový aparát a ostatní systémy po poranění kolene.

Cíl: Prokázat komparací dat z posturografu Tetrax (Sunlight) vliv cvičení na 3D Spacecurl na propriorecepci, vestibulární a pohybový aparát.

3. Anatomie

Articulatio genus, kloub kolenní, je složený kloub, stýkají se v něm femur, tibia a patela, kloubní menisky jsou vloženy mezi styčné plochy femuru a tibie (1).

3.1. Kloubní plochy

Jako hlavice fungují condyli femoris. Kloubní jamky vytvářejí facies articularis superior kondylů tibie a menisky. Další styčné plochy kolenního kloubu jsou facies articularis patellae se dvěma fasetami a facies patellaris femoris. Patela je přiložena k patelární ploše stehenní kosti. Do kloubu hledí svou zadní plochou, která je silně pokryta chrupavkou. Menisky (mediální a laterální) tvořené vazivovou chrupavkou se od sebe liší tvarem a velikostí. Tvarově odpovídají kloubním plochám na tibií a na vnějším obvodu jsou vyšší, oproti vnitřnímu obvodu, kde jsou velmi tenké. Kontakt mezi kondylly femuru a tibií je prakticky v horizontální rovině: při stožení tibiae svírá s osou femuru je od vertikály odkloněno, takže svírá s osou tibie úhel zevně otevřený. V klinické praxi se využívá pro stanovení odklonu femuru úhel od vertikály, označovaný jako úhel Q. Tento úhel nemá překročit u mužů 10°, u žen 15°. (1)

3.2. Kloubní pouzdro

Upíná se při okrajích kloubních ploch tibie a pately, na femuru o něco dál od kloubních ploch. Pouzdro vynechává epikondyly femuru, kam jsou připojeny svaly a vazy. Musculus articularis genus je samostatný sval pod m. quadriceps femoris a je od něho oddělený během vývoje. Slouží k napínání pouzdra při pohybu a táhne ho směrem vzhůru, čímž chrání od uskřínutí mezi kloubními plochami (1).

3.3. Vazivový aparát

Je tvořený ligamenty kloubního pouzdra a nitrokloubními vazy spojujícími femur s tibií. Vpředu se nachází šlacha m. quadriceps femoris, připojená na patelu. Pokračováním šlachy m. quadriceps femoris je ligamentum patellae, které vede od pately na tuberositas tibiae.

Dále se tu nacházejí *retinacula patellae*, pruhy jdoucí po obou stranách pately od *m. quadriceps* k *tibii*. Táhnou koleno do extenze i při poškození pately. Po stranách pouzdra jsou postranní vazy (*l. collaterale tibiale et fibulare*) jdoucí od příslušného epikondyly femuru na *tibii* a na hlavici fibuly. Postranní vazy zajišťují stabilitu kolene při *extensi* kloubu a při průběhu pohybu do částečné flexe.

Vzadu je *ligamentum popliteum obliquum* – probíhá šikmo zdola z mediální strany zevně a nahoru, odbočuje z úponu *m. semimembranosus*. Také se zde nachází *ligamentum popliteum arcuatum* – méně významný vaz probíhající vzadu laterálně. Má tvar písmene Y a je spojen s hlavici fibuly (1).

Nitrokloubní vazy

Nitrokloubní vazy jsou tři: *ligamenta cruciata genus* (*anterior* et *posterior*), *ligamentum transversum genus* a *ligamentum meniscofemorale posterius* et *anterior*.

Ligamentum cruciatum anterior vede od vnitřní plochy laterálního kondylu femuru do *area intercondylaris anterior*. *Ligamentum cruciatum posterius* jde od zevní plochy vnitřního kondylu femuru do *area intercondylaris posteriori* (tibie), přičemž zadem kříží přední zkřížený vaz. Zkřížené vazy (přední i zadní) zajišťují pevnost kolene při jeho ohnutí a omezují vnitřní rotaci v kloubu tím, že se na sebe navíjejí. Při napětí předního zkříženého vazy je bérce tažen do mírné zevní rotace

Ligamentum transversum genus je vaz, který propojuje vpředu napříč menisky. Nachází se v kloubním pouzdru a v tukové *plica alaris*.

Ligamenta meniscofemorale posterius et *anterior* jsou vazy, které fixují zadní cíp laterálního menisku a pokračují z něho po přední a zadní straně zadního zkříženého vazy k vnitřnímu kondylu femuru (1).

Bursae mucosae

Tíhové váčky jsou ploché štěrby v řídkém vazivu v okolí svalů a kloubů. Jsou vystlané synoviální membránou a vyplněné malým množstvím synoviální tekutiny. Synoviální tekutina bursy usnadňuje vzájemný pohyb stýkajících se útvarů.

Bursae mucosae se vytvářejí zejména v místech, jež jsou mezi dvěma naléhajícími svaly, mezi svalem a kloubem nebo mezi svalem a kostí současně vystavena tlaku a tření. Při kolením kloubu se vyskytuje několik burs např. bursa suprapatellaris, bursa anserina, bursa subcutanea prepatellaris (1).

4. Koleno jako celek

Dle Dunga je kolenní kloub nejsložitějším kloubem lidského těla. Na jeho stavbě se podílejí artikulující kosti, menisky, kloubní pouzdro, vazy a svaly.

O kinematické kloubu a jeho pasivní stabilitě rozhodují vazy a tvar kloubních ploch. Úkolem menisků je vyrovnávat inkongruenci kloubních ploch a podporovat funkci a stabilitu kloubu. O aktivní pohyb a stabilizaci kloubu se starají svaly. Kloub teoreticky umožňuje šest druhů pohybu. Jsou to tři rotační pohyby (flexe/extenze, vnitřní/ zevní rotace bérce, abdukce a addukce) a tři translační pohyby (přední a zadní translace tibie, komprese/ distrakce, mediální/ laterální translace tibie, která je možná pouze při poranění vazivového aparátu). Základním pohybem je rotace v sagitální rovině flexe a extenze. Při flexi a extenzi dochází k valivému a klouzavému pohybu kondylů femuru po kloubních plochách tibie. Koordinaci těchto pohybů zajišťují zkřížené vazy.

Pro správnou funkci kolenního kloubu je důležitá jeho stabilita. Z funkčního hlediska dělíme stabilizátory na pasivní (vazy, menisky) a aktivní (svaly a jejich úpony). Z klinického hlediska je důležitá znalost pasivních stabilizátorů. Vnitřní postranní vaz je hlavní stabilizátor abdukce a zevní rotace bérce. Zevní postranní vaz stabilizuje bérce v addukci. Přední zkřížený vaz je hlavní stabilizátor ventrálního posunu tibie, vnitřní rotace bérce a hyperextenze. Zadní zkřížený vaz stabilizuje koleno při dorzálním posunu tibie. Pasivní stabilitu dále zajišťují také menisky (mediální, laterální). Menisky jsou tvořeny vazivovou chrupavkou, jejich tvar je srpkovitý a jsou fixovány ke kloubnímu pouzdru. Mediální meniskus je větší a také méně pohyblivý než meniskus laterální. Menisky plní funkci tlumičů nárazů, zlepšují kongruenci kloubních ploch, podílí se na stabilitě kolene a v neposlední řadě působí na koleno lubrikační (2).

Dále bych chtěl zmínit funkci pately, která spolu s femurem vytváří patelofemorální kloub. Patela se chová jako osa otáčení a při flexi je přímo v kontaktu s kondyly femuru. V extenčním aparátu je patela dynamizující prvek. Tvoří kladku, na které dochází ke změně směru tahy m. quadricpes femoris, a tím umožňuje jeho efektivnější zapojení při pohybu (2).

4.1. Poranění vazivového aparátu kolene a jeho následky

Dungl dále uvádí, že poranění vazivového aparátu vznikají buď přímým, nebo nepřímým (častěji) mechanismem. Poškozen bývá vazivový aparát, menisky, někdy i kloubní plochy, zejména chrupavka. Většina těchto úrazů je sportovních.

U poranění vazů se častěji vyskytuje poranění vnitřního postranního vazů než poranění zevního postranního vazů, a poranění předního zkříženého vazů je až 10krát častější než poranění zadního zkříženého vazů (2).

4.1.1. Typy poranění vazů

Natažení vazů (distenze) – kontinuita vazů je zachována, dochází jen k mikroskopickému poškození. Klinickým projevem je bolest v průběhu vazů.

Částečné přetržení vazů (parciální ruptura) - kontinuita vazů není úplně přerušena, je ale snížena jeho pevnost a dochází k jeho prodloužení. Klinicky se projevuje bolestí a posunem s pevným konečným dorazem nebo zvětšeným rozevřením v kloubu.

Úplné přetržení vazů (totální ruptura) - poranění, kdy je kontinuita vazů zcela přerušena. Klinický nález je posun s plynule nastupujícím měkkým odporem nebo abnormální zvětšení (2).

4.1.2. Terapie u jednotlivých poranění

U natažení vazů je důležitý klid a aplikace chladu, ale imobilizace není nutná. S funkčním léčením se začíná po ústupu bolestivosti. Ke zhojení dojde během 2 – 4 týdnů.

Částečné přetržení vazů je vážnější poranění, u větší náplně kloubu využijeme punkci a při zvětšené bolesti fixaci na 2 – 4 týdny. Následně funkčně doléčíme. Zhojení proběhne během 4 – 6 týdnů.

Při úplném přetržení vazů je při větší náplni kloubu nutné provést punkci. U izolované totální ruptury postranních vazů je kloub fixován ve 20° flexi na 4 – 6 týdnů. Operace je indikována při odtržení vazů s kostním úločkem nebo při rozevření kloubu (<10 mm), zvláště u aktivních sportovců. U totální ruptury zkřížených vazů je důležité vyšetření specialistou, který navrhne další postup. Možnosti jsou akutní rekonstrukce, odložená rekonstrukce, konzervativní léčení. Postup, který zvolíme, ovlivňuje několik faktorů např. poranění izolované nebo kombinované, aktivita a motivace pacienta, artróza a celkový stav. Akutní operace jsou výjimečné, nejčastěji u aktivních sportovců, kombinovaných poranění, odtržení vazů s kostním fragmentem. U izolovaných poranění zkřížených vazů a u kombinace poranění předního zkříženého vazů a vnitřního postranního vazů využíváme nejdříve konzervativní léčbu. Při poranění předního zkříženého vazů provádíme rekonstrukci až za 6 – 12 týdnů, kdy odezní pórůzová sinovialitida a obnoví se plná hybnost kloubu. Rekonvalescence trvá mezi 4 – 9 měsíci.

Vyšetřovací metody: Aspekce, palpce, vyšetření na stabilitu kloubu, RTG, MR, punkce, artroskopie (2).

4.1.3. Poranění předního zkříženého vazů

Poranění předního zkříženého vazů vzniká nejčastěji nepřímým násilím, obvykle násilnou abdukci a zevní rotací bérce (kopaná, lyžování). U tohoto poranění udává až 50 % pacientů slyšitelné prasknutí. Dalším příznakem je časný hemartros až u 75 % pacientů.

Diagnostika: V diagnostice využíváme z klinických testů Lachmanova testu. Dále využíváme RTG a MR, které je výhodné při zjišťování přidružených zranění např. poranění postranních vazů a menisků. Artroskopie se využívá jako miniinvazivní diagnostická a operační metoda k upřesnění poškození nitrokloubních struktur. Současně umožňuje jejich ošetření a naplánování dalšího postupu.

Terapie

Primární cíl terapie je zmírnit bolet a otok. Důležité je časné obnovení svalové aktivity a zátěž, což umožňuje navrácení pohybu do kloubu. Obnovení plné exnteze je v časné fázi nejdůležitější. Při rozhodování, zda zvolit invazivní či konzervativní léčbu, hraje roli několik faktorů.

V úvahu se bere věk pacienta, přidružená poranění menisků a dalších vazů, stupeň aktivity, motivace pacienta a stupeň nestability v kloubu. Další průběh léčby poranění předního zkříženého vazů závisí na frekvenci sublucací. Dochází-li k sublucaci příliš často, poškozují se menisky a kloubní chrupavky a následně se rozvíjí kloubní artróza.

Operace je indikována u pacientů se zvýšenou aktivitou a pacientů s přidruženými poraněními menisků a ostatních vazů. Cílem operace je navrácení kloubní stability, ochránění menisků a kloubních chrupavek (2).

4.1.4. Poranění vnitřního postranního vazů

Toto poranění většinou vzniká násilnou abdukci a zevní rotací bérce, nebo přímým působením síly na koleno ze zevní strany. V kombinaci s rotačními silami dochází k poranění ostatních vazů. Často k tomu dochází při kontaktních sportech. Při diagnostice je důležité vyšetřit boční stabilitu kloubu. Vyšetřuje se rozevření kloubní štěrbiny v 30° flexi. Při poranění dochází k rozevření mediální kloubní štěrbiny. RTG při akutních poraněních nezjistí většinou nic. MR je v diagnostice spolehlivá, ale obvykle neprokáže podstatnější informace než důkladné klinické vyšetření.

Terapie je většinou konzervativní. Nejčastěji je používána fixace kloubu v ortéze. Funkční rehabilitace a časný pohyb jsou důležité k rychlému navrácení plné aktivity. Průměrná délka terapie u izolovaných poranění je odvozena dle stupně poškození vazů. U 1. stupně se doba pohybuje mezi 2 – 4 týdny, stupeň 2. 4 – 6 týdnů a 3. stupeň 6 – 8 týdnů (2).

4.1.5. Poranění zadního zkříženého vazů

Zadní zkřížený vaz je předmětem mnoha klinických studií a základního výzkumu. Zdá se, že poranění zadního zkříženého vazů jsou často kombinovaná se strukturami posterolaterálními, což vysvětluje, proč rekonstrukce izolovaných poranění nejsou tak úspěšná jako u předního zkříženého vazů. Typicky dochází k poranění při nárazu na přední plochu proximální tibie. Při sportu je nejčastější mechanismus hyperextenze.

V diagnostice je stěžejní zadní zásuvkový test. Důležité je porovnání posunu mediálního kondylu tibie oproti mediálnímu kondylu femuru. Posun je klasifikován třemi stupni. Při poranění vazů se kondyl tibie posouvá na úroveň nebo a za kondyl femuru. RTG je přínosem při odtržení vazů s kostním fragmentem, takováto poranění jsou akutně operována. MR se využívá jako vysoce senzitivní a specifické vyšetření u kompletních ruptur.

Terapie

Léčení poranění zadního zkříženého vazů je předmětem diskusí. U 1. a 2. stupně lze poranění úspěšně léčit konzervativně. Při konzervativní léčbě je důležité klást důraz na posílení m. quadriceps femoris a omezení cvičení flexorů. U stupně 3 je doporučovaný operativní postup zejména při kombinovaném poranění s posterolaterálními strukturami.

Protože rekonstrukce zadního zkříženého vazů je méně častá operace, je počet klinických studií malý. Výsledky operací jsou uspokojivé, ale ne výborné. Většinou dochází ke zlepšení dorzálního posunu ze stupně 3 na stupeň 1.(2)

4.1.6. Poranění posterolaterálního komplexu

Posterolaterální koplex je tvořen iliotibiálním traktem, zevním postranním vazem, šlachou m. biceps femoris, ligamentum fabellofibulare a šlachou m. popliteus. Tyto struktury hrají významnou roli ve stabilitě kolena.

Při diagnostice se využívá zevně rotační rekurvační test a revers pivot shift test. Dále se klasicky provádí MR a artroskopie.

Terapie

Největší předpoklady pro dobrý klinický výsledek má primární sutura struktur posterolaterálního komplexu.

Je-li indikována operace, její součástí může být i zesílení struktur autogenními nebo alogenními štěpy. Často se provádí i rekonstrukce dalších poškozených struktur (nejčastěji zkřížené vazy). Rehabilitace po operaci závisí na rozsahu zákroku. Doporučuje se fixace v ortéze na 6 – 8 týdnů s omezením zevní rotace a addukce bérce. Pro sportovce je doporučená délka bez zátěže 9 – 12 měsíců.(2)

4.1.7. Poranění a poškození menisků

U vnitřního menisku dochází k poranění až 8krát častěji než u zevního. Nahlédneme-li na poranění z pohledu pohlaví, jsou na tom muži hůře. K akutnímu poranění menisků dochází nejčastěji mezi 20. – 30. rokem života. Později jsou změny spíše degenerativního rázu. K poškození menisků dochází nejčastěji při násilné rotaci bérce se zatížením dolní končetiny, jako součást poranění vazivového aparátu nebo chronické nestability.

V pozdějším věku v důsledku degenerativních procesů může dojít k poranění při běžných činnostech např. v dřepu. U mladých pacientů se meniskus trhá většinou podélně. Dojde-li k podélnému poranění v prokrvené části, může se meniskus zhojit.

Ve starším věku (nad 40 let) jsou častější trhliny lalokové a horizontální. Klinickým obrazem při poranění menisků je bolest při chůzi po nerovném povrchu a při prudších rotacích na zatížené končetině. Často pacient popisuje pocit přeskokování v kolenu a pocit nejistoty. V klidu obtíže většinou mizí. Některé léze mohou způsobit blokádu kolene, což je ustrnutí kloubu ve flexi. Poškozený meniskus může způsobit výpotek, nebo také může poškodit kloubní chrupavku. Při poranění vnitřního menisku vznikají většinou větší problémy než při poranění zevního menisku (2).

Klinické vyšetření

Typické jsou palpační bolesti v průběhu příslušné kloubní štěrbiny. V literatuře je popsáno mnoho testů (McMurrayův test, Steinmannův příznak 1 a 2, Apleyův test a další).

Většina těchto testů je prováděna na stejném principu: tlak na poškozený meniskus s rotací, ale žádný z nich není plně spolehlivý. Nativní RTG snímek má význam při diferenciální diagnostice. MR je spolehlivá metoda na prokázání poranění menisků. Dokáže odhalit poškození uvnitř menisků a je indikována při nejasné anamnéze a klinickém nález. Artroskopie je nejspolehlivější metoda na diagnostiku a ošetření menisků.

Terapie

Ke spontánnímu zhojení dochází u kratších stabilních podélných trhlin. Menisky v současné době ošetřujeme převážně artroskopicky. Operace pomocí artroskopie dělíme na resekční (odstranění poškozené části menisku) a záchovné (sutury). Při rozhodování, zda zvolit resekci či suturu, musíme brát na vědomí různé faktory (stabilitu klene, cévní zásobení v místě trhliny, stáří trhliny, degenerativní změny na menisku) (2).

5. Senzomotorika

Jedná se o souhrn informací významných pro hybnost, jejich zpracování integrace v CNS až po výstup projevující se svalovou činností (3).

Každý organismus je neustále vystaven vlivům prostředí – aferentaci. Tyto podněty jsou v CNS podrobeny analýze a pokud z ní vyplývá, že je nutno reagovat, jsou vedeny po eferentních drahách impulzy až k eferentním výkonným orgánům.

Výkonnými orgány jsou nejčastěji svaly. Informace důležité pro svalovou činnost přicházejí jednak z proprioreceptorů uložených ve svalech, šlachách a kloubech a také z exteroceptorů uložených v kůži. Reflexní odpověď je pak označována podle receptorů (4).

5.1. Metodika senzomotorické stimulace

Metodika byla vypracována ve FNKV na klinice rehabilitačního lékařství. Autory metody jsou český rehabilitační lékař a neurolog prof. Vladimír Janda a rehabilitační pracovnice Marie Vávrová. V metodice vycházejí z Freemanova konceptu, hlavně pak ze zdokonalené metody dle Herveou a Messeana. Dále pak uplatňují i řadu nejnovějších neurofyziologických poznatků o funkci proprio- a exteroceptorů z teorie o motorickém učení (5).

5.1.1. Podstata metodiky

Podstata metodiky vychází z koncepce o dvou stupních motorického učení.

1. stupeň: snaha o zvládnutí nového pohybu a vytvoření základního funkčního spojení, což se děje za výrazné kortikální aktivity. Řízení činnosti na kortikální úrovni je výrazně namáhavější a únavnější, proto je snaha přesunout řízení na nižší úroveň.

2. stupeň: řízení se odehrává na úrovni podkorových regulačních center. Díky tomu je proces řízení rychlejší a také méně únavný. Nevýhodou je, že dojde-li na této úrovni k zafixování stereotypu, je jeho následné ovlivnění velice obtížné.

Cílem senzomotorické stimulace je dosažení reflexní, automatické aktivace potřebných svalů, a to v takovém stupni, aby pohyby nevyžadovaly výraznější kortikální kontrolu. Jen dosažení subkortikální kontroly aktivace nejdůležitějších svalů dává záruku, že tyto svaly budou aktivovány v potřebném stupni a časovém sledu tak, jak to vyžaduje nejméně zatěžující a optimální provedení pohybu. Dále je cílem úprava poruch rovnováhy, zlepšení držení těla a stabilizace trupu ve stoji a při chůzi, zlepšení svalové koordinace atd.

V metodě jde tedy v zásadě o ovlivnění pohybu a vyvolání reflexního svalového stahu v rámci určitého pohybového stereotypu facilitací několika základních struktur.

Jedná se o proprioreceptory, které se podílejí na řízení stoje a vertikálního držení a dále na aktivaci spino-cerebello-vestiburálních drah a center, které se výrazně podílejí na regulaci stoje a provedení přesně adjustovaného a koordinovaného pohybu.

Z hlediska aference hrají vedle kožních receptorů roli pro regulaci správného držení hlavně receptory plosky nohy a šijových svalů. Krátké okcipitální svaly jsou dokonce považovány za svaly pro zajištění rovnováhy než za svaly pro zajištění pohybu.

Je dokázáno, že šijové svaly obsahují nejméně čtyřikrát více proprioreceptorů než jiné příčně pruhované svaly. Receptory plosky nohy lze facilitovat stimulací kožních receptorů nebo aktivací m. quadratus plantae s vytvořením zvýrazněné klenby nohy, tzv. „malé“ (krátké) nohy. Vytvoření „malé“ nohy vede ke změně postavení prakticky všech kloubů nohy a změněnému rozložení tlaku v kloubech, což příznivě ovlivňuje propioceptivní stimulaci.

Důležitou roli vedle koordinace hraje i rychlost aktivace a svalové kontrakce, a proto i reaktibilita, která je potřebná pro svalovou ochranu kloubů. Senzomotorická stimulace může v tomto směru významně přispět.

Dle Jandy a Vávrové senzomotorická stimulace nepředstavuje rigidní a neměnnou metodiku. Naopak je otevřena dalším modifikacím (5,6).

5.1.2. Výhody metody

- Technika klade důraz na cvičení ve vertikále, protože se v této posturální situaci člověk nachází nejčastěji.
- Technika má velké facilitační možnosti – pracuje na bázi aktivace extero- a proprioreceptorů a důležitých nervových drah a center.
- Cvičební postup je velmi efektivní. Dochází postupně k aktivaci utlumených svalů, lepší koordinaci, k rychlejšímu nástupu svalové kontrakce, ke zlepšení rozsahu kloubní pohyblivosti a také k rychlejší a lepší automatizaci.
- Kromě individuálního cvičení lze cvičit v malých skupinkách (3-4 osob).
- Cviky lze použít po instruktáži a zacvičení jako domácí cvičení.
- Technika umožňuje sestavit program, který je pro pacienta pestrý, zábavný a pacienta stimuluje ke spolupráci (8).

5.1.3. Indikace a kontraindikace SMS

Senzomotorická stimulace má široké spektrum indikací. Její pomocí dosahujeme na podkladě facilitace proprioreceptorů a důležitých centrálně nervových drah, které regulují koordinaci, nejen zlepšenou koordinaci, ale také urychlení svalové kontrakce a lepší automatizaci pohybových stereotypů.

Základní indikací jsou nestabilní poúrazový kotník, nestabilní koleno, nedostatečně fixovaná pánev, vadné držení těla všeobecně, idiopatická skolióza, organické mozečkové a vestibulární poruchy, poruchy hlubokého čítí atd.

SMS nemá mnoho kontraindikací, není však vhodná při akutních bolestivých stavech a u absolutní ztráty povrchového i hlubokého čítí atd. Samozřejmostí je ochota a schopnost pacienta spolupracovat (6,8).

5.2. Přístroj Spacecurl (třidimenzionální terapie)

Přístroj Spacecurl byl vyvinut přibližně před 30 lety americkou agenturou NASA s cílem ovlivnit koordinaci pohybu, prostorovou orientaci a zvýšení kontroly polohy a pohybů vůči trupu kosmonautů a pilotů nadzvukových letadel

(7). Přístroj Spacecurl vede k reflexní stimulaci všech aferentních drah (aferentní zdroje: exteroceptory, propioceptory, vestibulární aparát, optické informace) a posturálního systému, a proto můžeme vidět v jeho využití ve fyzioterapii jednu z mnoha možností, která může pozitivně přispět k řadě preventivních i terapeutických postupů u poruch motoriky. Vědecké studie prokázaly výjimečné terapeutické výsledky, zejména pokud jde o koordinaci, držení těla a zlepšení bolesti zad pacientů.

Přístroj se využívá i v nezdravotnickém sektoru zejména pro zlepšení pohybové koordinace a kinestezie u vrcholových sportovců. Z neurofyzologie centrální nervové soustavy víme, že mozek pracuje asi jen z 10 % na vědomé úrovni, v 90 % je jeho funkce nevědomá (mimovolní). Veškeré kloubně-svalové reflexní reciproční vztahy jsou nevědomé a nedají se volním úsilím řídit, dají se ale natrénovat pomocí změn aferentních informací. Jedná se o aplikaci záměrně dozovaných podnětů z periferie nebo specifickou stimulaci centrálních struktur. V terapii se snažíme o optimalizaci fyziologických pochodů pomocí adaptace na fyzikální podněty nebo uměle vytvořené k dosažení dlouhodobé změny reaktivity na kvalitativně vyšší úrovni regulačních pochodů (9).

5.2.1. Pohyby na spacecurl

Na kruzích je možno nastavit pohyby ve třech prostorových rovinách. Provádět můžeme pohyb v kole, salta, pohyb šroubovitý či pohyby kombinované. Pohyb je podobný cvičení na trampolínách, které umožňuje zaujmout určité vymezené polohy a pohybovat se např. jen v jednom směru, nebo je obohatit o další a tyto poté střídat.

Další variabilitu umožňuje provádění otáčivých pohybů při konstantní či měnící se rychlosti, kdy se zvýšením rychlosti pohybů rozvíjí i určitá vlastní dynamika stroje.

Na probanda se poté tato dynamika přenáší a může dojít k překvapivým a zejména nespojitým pohybům v různých směrech, různými rychlostmi. Cvičícímu se může zdát, že jeho pohyb byl již dokončen a na okamžik se opravdu může zastavit v jakémkoli směru a rovině, ale následně se projeví energie

nashromážděná v přístroji neočekávaným pohybem. Celá rotace tak může proběhnout i mimo osu těla dotyčného (10).

5.2.2. Průběh cvičení na 3D Spacecurl

Cvičení probíhá většinou 2 – 3x týdně (výjimečně denně) po dobu 15 – 20 minut. Vždy záleží na reakci nemocného, jeho svalové síle a schopnosti adaptace a habitace. Cvičení začíná upevněním nemocného do přístroje 3D Spacecurl, což znamená fixaci chodidel a upevnění nemocného přes boky a pánev. Poté se uvolní první kruh ve frontální rovině, pak se přidá pohyb druhého kruhu v horizontální rovině a naposledy třetí kruh (v sagitální rovině), což umožní provádět složité rotační pohyby. Stimulují se současně propriorecepční zpětnovazební reflexní děje na periférii i v centrálních strukturách (vestibulární ústrojí a cerebellum). Po celou dobu cvičení musí být pacient pod dohledem kvalifikovaného fyzioterapeuta.(7)

5.2.3. Léčebné efekty cvičení

U některých nemocných s low back pain funkční etiologie se efekt projevuje již po druhé aplikaci. U torpidních stavů např. po komplikovaných operacích kolene lze provádět aplikaci i řadu týdnů, do normalizace stavu trofiky, síly a objektivního kineziologického nálezu. U pacientů s lehčím stupněm postižení progresivní svalovou dystrofií či s roztroušenou sklerózou mozkomíšní neovlivníme podstatu choroby, ale výrazně se nemocných zvýší kvalita života.

Dochází k tomu díky zlepšení postury, eventuálně lokomoce, pohybem v antigravitačních polohách, poklesem spasticity u RS.

Zlepšují se poruchy otoneurologické a stavy po zánětech či jiném lehčím postižení funkcí mozečku. U osob s postpoliomyelitickým syndromem a M. Bechtěrevi působíme protiprogresivně.(9)

5.2.4. Indikace a kontraindikace

Hlavní indikací cvičení na 3D Spacecurl je zlepšení propriorecepce a kinestezie s facilitací motorických jednotek inhibovaných svalů. Tyto svaly se těžko aktivují volným úsilím a dostatečně nereagují na jiné procedury na neurofyziologickém podkladě.

Cvičení na 3D Spacecurl jsou na prvním místě indikovaná pro funkční stabilizace páteře, protože dochází k aktivaci krátkých svalů zádových. V současné době je považována stabilizace páteře za jeden z nejdůležitějších přístupů terapie takzvané low back pain (chronické a recidivující bolesti zad).

Ke zlepšení funkční stability páteře, schopnosti pohybu a držení těla přístroj úspěšně využíváme i u některých případů nemocných po cévní mozkové příhodě a u nemocných s roztroušenou sklerózou mozkomíšní (vedle zlepšení držení těla v gravitační zátěži je indikací pokles spasticity – poruchy svalového napětí) nebo u osob s postpoliomyelitickým syndromem (syndrom zahrnuje celkovou únavnost, bolesti svalů a kloubů, svalové atrofie a další symptomy, zde pomáhá udržet v zapojení slabé svaly v pohybovém stereotypu), u osob s whiplash syndromem (způsobeným prudkým pohybem hlavy vpřed nebo vzad s následným prudkým pohybem zpět, zde přispívá ke zmírnění pocitů závratí a bolestí), u chronických nemocí s myopatií (svalovou poruchou) a dalších indikovaných onemocnění a stavů převážně na pomezí neuroortopedického (hlavně traumata) a otoneurologického (poruchy statického ústrojí).

Kontraindikace jsou shodné s obecně platnými kontraindikacemi pro celý obor RFM (přenosné choroby, febrilní stavy, všechny stavy v akutní fázi, těžká kardiorespirační insuficience). I při dodržení indikace mohou mít výjimečně nemocní zpočátku cvičení zvláštní pocity při chůzi nebo nauzeu (9,11).

6. Posturografie

Soubor technik užívaných ke kvantifikaci a kvalitativnímu posouzení posturální rovnováhy, tj. rovnováhy stoje, a to za statických nebo dynamických podmínek na pohybující se plošině (13).

Počítačová posturografie je elektrofyziologická vyšetřovací metoda, která umožňuje hodnotit motorické balanční mechanismy podílející se na udržování posturální stability.

Vyšetření se provádějí na tenzometrické nebo silové plošině. Z výsledků posturografického vyšetření lze také určit podíl jednotlivých senzorických systémů na kontrole rovnováhy. Při vyšetření měříme rozklad reakčních sil, které působí na tenzometrickou plošinu. Tyto síly působí ve třech vzájemně kolmých rovinách. Tíhová síla pacienta je primární akční síla, která působí na plošinu.

Tenzometrická plošina měří sílu reakční a ta reaguje na tíhovou sílu pacienta podle zákona akce a reakce. Sekundární reakční síly jsou reakční síly svalů přenášené na plošinu. Tyto síly neustále reagují na oscilace těžiště během stoje.

Posturografické vyšetření dělíme na statické a dynamické. U statického vyšetření měříme stabilitu v podmínkách, kdy se pacient ani tenzometrická plošina nehýbe. Během vyšetření můžeme selektivně testovat jednotlivé senzorické systémy vyloučením zraku, nebo změnou proprioreceptivní informace z podložky. U dynamického vyšetření se pohybuje buď pacient po plošině, nebo se pohybuje podložka s pacientem. V prvním případě se vyšetřuje chůze a její modifikace. Ve druhém případě vyšetřujeme rovnováhu v situaci, kde je narušena zevním podnětem (12).

6.1. Faktory ovlivňující posturální stabilitu

Stabilitu ovlivňují biomechanické a neurofyziologické faktory. Mezi biomechanické faktory řadíme velikost opěrné plochy, hmotnost pacienta a výšku jeho těžiště nad opěrnou bází. Dále stabilitu ovlivňuje postavení jednotlivých hybných segmentů a charakter kontaktu dolních končetin s podložkou.

Mezi neurofyziologické faktory patří bezchybná multisenzorická integrace vestibulárních, zrakových, proprioreceptivních a také kožních informací, míra excitability nervového systému a kvalita zpětnovazebních mechanismů regulujících rovnováhu. Nesmíme zapomenout, že posturální stabilitu ovlivňují také psychické vlivy (12).

6.2. Přístroj TETRAX

Tetrax balance assessment je přístroj díky němuž můžeme detailně objasnit poruchy stability a rovnováhy pacienta. Přístroj využívá vysoce citlivé senzory a unikátní metodu analýzy výsledků. I díky počítačovému softwaru, který je patentově chráněn dokáže odhalit nejjemnější funkční odchylky ve stabilitě vyšetřované osoby.

Umožňuje zjistit a vyhodnotit závratě, poranění způsobená nadměrným tlakovým zatížením krčních partií či reakci na léky a intoxikace. Přístroj je schopen rozpoznat i patologické příznaky, které jiné testy neodhalily. Navíc dokáže odhalit přetrvávající potíže s rovnováhou u pacientů až pět let po zranění, přestože se ostatní vyšetření ukázala být negativní.

Tetrax systém měří a vyhodnocuje stabilitu vzpřímeného stoje, rozložení hmotnosti ve stoji na čtyřech plochách, rychlost pohybu těla a synchronizace pohybu chodidel. Také dokáže potvrdit souvislost mezi konkrétním příznakem a úrazem, navíc lékaři pomáhá při rozhodování, jaká další odborná vyšetření má u pacienta provést (oční, ORL, neurologické, ortopedické atd.).

Vyšetření je velmi krátké, bezbolestné, pohodlné a lze ho kdykoli opakovat. Další velkou výhodou je pořizovací cena přístroje, která je téměř 120krát menší než např. u magnetické rezonance (MR).(13)

7. Praktická část

Pro praktickou část jsem si vybral jednoho probanda, studentku 3. ročníku fyzioterapie, která prodělala plastiku předního zkříženého vazů. Před a po cvičení jsem odebral anamnézu, vyšetřil zkrácené svaly, a provedl vyšetření na přístroji Tetrax. Cvičení probíhalo 3x týdně po dobu jednoho měsíce na Klinice rehabilitačního lékařství FNKV. Jedna cvičební jednotka trvala 20 minut.

7.1. Vstupní vyšetření

Vstupní vyšetření proběhlo 27. 3. 2014, nejdříve jsem odebral anamnézu a poté proběhlo vyšetření na přístroji Tetrax.

Anamnéza

Pohlaví: žena

rok narození: 1991

Výška: 178

váha: 68

OA: v roce 2010 prodělala plastiku LCA (předního zkříženého vazů) na levé noze, štep byl odebrán z hamstringů. Rehabilitace probíhala bez komplikací.

RA: bez problémů

PA: studentka

Aktivity: dvakrát týdně hraje volejbal, jízda na kole, squash

Současný stav: občasná bolest při větší zátěži zejména po volejbale, jinak je koleno v pořádku, neotéká, pohyblivost v pořádku.

Vyšetření zkrácených svalů

Svaly	Levá noha	Pravá noha
M. rectus femoris	1	0
Flexory kolenního kloubu	2	1
M. piriformis	0	0
M. triceps surae	1	0

Flexory kyčelního kloubu	0	0
Adduktory kyčelního kloubu	1	1

7.1.1. Vyšetření na přístroji Tetrax

Vyšetření pomocí přístroje Tetrax bylo provedeno dne 27. 3. 2014 a skládalo se ze dvou částí, a to statické a dynamické.

Vyšetření začalo položením dvou nášlapných plošin na zem. Tyto plošiny jsou položeny tak, že má proband dolní končetiny v lehké zevní rotaci. Poté, co si vyšetřovaný stoupne na nášlapné plošiny, je vyzván, aby v různých pozicích setrval 30 sekund.

Statická část probíhá ve 4 základních pozicích:

- NO - Vzpřímený stoj, otevřené oči s pohledem v horizontální rovině
- NC - Vzpřímený stoj, zavřené oči (viz. příloha č. 8)
- PO - Vzpřímený stoj na balančních kvádrech přidaných na nášlapné plošiny, otevřené oči s pohledem v horizontální rovině
- PC - Vzpřímený stoj na balančních kvádrech přidaných na nášlapné plošiny, zavřené oči

Dynamická část se skládá ze 4 postupných izolovaných pohybů:

- HR - Rotace krční páteře doleva
- HL - Rotace krční páteře doprava
- HB - Extenze krční páteře
- HF - Flexe krční páteře

Měření probíhalo u každé polohy 30 sekund. Při statické posturografii byl vyšetřovaný celou dobu v přirozeném postoji a v klidu. U dynamického měření vyšetřovaný postupně prováděl výše uvedené pohyby, pomalu do krajních poloh po dobu 30 sekund.

Po dokončení měření zpracoval a vyhodnotil výsledky počítač a zobrazil je pomocí tabulky (viz příloha č. 1-2).

Z tabulky lze získat informace o stupni poruchy stability (ST), zřakového centra (F1), vestibulárního systému a mozečku (F2 – F4), spinálního systému (F5 – F6) a propriorecepce (F7 – F8). Dále přístroj změřil distribuci váhy (WDI – weight distribution index), synchronizaci pravé a levé dolní končetiny (SYN L/ R), synchronizaci špiček a pat dolních končetin (SYN TOES/ HEEL).

Stupeň poruchy byl zobrazen 4 stupni: bílé pole (žádná porucha), šrafované pole (lehká porucha), šedé pole (středně těžká porucha), černé pole (těžká porucha).

7.1.2. Výsledky vstupního vyšetření

Stabilita (ST): těžká porucha při vzpřímeném stoji na přidaných balančních kvadrátech s otevřenýma očima, lehká porucha při vzpřímeném stoji na balančních kvadrátech se zavřenýma očima.

Zřakové centrum (F1): těžká porucha při flexi krční páteře.

Vestibulární systém a mozeček (F2 – F4): lehká porucha při flexi krční páteře.

Spinální systém (F5 – F6): lehká porucha při vzpřímeném stoji na balančních kvadrátech s otevřenýma očima.

Propriorecepce (F7 – F8): lehká porucha při vzpřímeném stoji na balančních kvadrátech s otevřenýma očima, lehká porucha při flexi krční páteře.

Distribuce váhy: bez poruchy.

Synchronizace levé a pravé DK: lehká porucha u levé DK při stoji na balančních kvadrátech se zavřenýma očima, středně těžká porucha na levé DK při rotaci krční páteře doleva.(viz příloha č.1)

7.2. Cvičební jednotka

Před začátkem cvičení byla nejdříve nastavena platforma pro chodidla dle délky nohy pacienta(viz.příloha č.3). Nastavení nohou bylo podle výšky a tělesných proporcí nastaveno na 6 cm. Výška platformy byla nastavena tak, aby

měl proband přední polokruh na úrovni pánve a zadní na úrovni bederní páteře. Po nastavení platformy byl proband zafixován na chodidlech a bedrech fixačním kruhem (viz. příloha č.4). Při cvičení se proband přidržoval buď rámu vnitřního kruhu, nebo fixačního kruhu pro pánev. Přidržování kruhu pro pánev se využívalo pro vyřazení rukou při přenášení váhy a v důsledku toho se musely více zapojit dolní končetiny. Přidržování za rám vnitřního kruhu využíval proband pro pocit lepší stability a možnosti větších rozsahů pohybu.

Po správném nastavení a upevnění probanda probíhalo samotné cvičení. Cvičební jednotka trvala 20 minut a po celou dobu takzvaně „freestyle“ – proband měl volnost v pohybu (vykonával 3D pohyb). (viz příloha č. 5-14)

7.3. Výstupní vyšetření

Výstupní vyšetření bylo provedeno 14. 5. 2014. Postup byl stejný jako u vstupního vyšetření. Při dotazu na současný stav proband udával celkové zlepšení kondice a koordinace pohybu, bolest kolena po zátěži už nebyla tak veliká a došlo k uvolnění zkrácených svalů.

Vyšetření zkrácených svalů

Svaly	Levá noha	Pravá noha
M. rectus femoris	1	0
Flexory kolenního kloubu	1	0
M. piriformis	0	0
M. triceps surae	0	0
Flexory kyčelního kloubu	0	0
Adduktory kyčelního kloubu	1	1

7.3.1. Výsledky výstupního vyšetření na přístroji Tetrax

Stabilita (ST): lehká porucha při vzpřímeném stoji na přidaných balančních kvadrátech s otevřenými očima.

Zrakové centrum (F1): lehká porucha při flexi krční páteře.

Vestibulární systém a mozeček (F2 – F4): lehká porucha při stoji na balančních kvadrátech s otevřenými i zavřenými očima, lehká porucha při flexi, extenzi a rotaci doleva u krční páteře.

Spinální systém (F5 – F6): lehká porucha při vzpřímeném stoji na balančních kvadrátech s otevřenými očima, středně těžká porucha se zavřenými očima.

Propriorecepce (F7 – F8): těžká porucha při vzpřímeném stoji na balančních kvadrátech s otevřenými očima, středně těžká porucha při flexi krční páteře a rotaci doleva.

Distribuce váhy: bez poruchy.

Synchronizace levé a pravé DK: bez poruchy.(viz příloha č.2)

8. Závěr

Cílem práce bylo objektivní prokázání (pomocí přístroje Tetrax) vlivu cvičení na přístroji 3D Spacecurl na propriorecepci, vestibulární a pohybový aparát. Vedlejší vyšetření zkrácených svalů před a po cvičení prokázalo pozitivní vliv cvičení na uvolnění zkrácených svalů. Dále došlo i k celkovému zlepšení kondice a koordinace pohybu a ústupu bolesti kolene po větší zátěži.

Vyšetření na přístroji Tetrax (Sunlight) jasně prokázalo ovlivnění propriorecepce, vestibulárního a pohybového aparátu. Viz příloha. Po měsíci cvičení došlo k pozitivnímu ovlivnění pohybového aparátu a prokazatelnému oslovení vestibulárního aparátu a propriorecepce.(viz příloha 1-2)

Hypotéza se potvrdila, cvičení na 3D Spacecurl při poraněních kolene má vliv na pohybový aparát a ostatní systémy.

Cíl práce byl splněn.

9. Souhrn

Tématem této práce je poranění kolene s následnou terapií na přístroji Spacecurl verifikováno přístrojem Tetrax.

V teoretické části jsou popsány základní poznatky o anatomii a kineziologii kolenního kloubu. Dále jsou zde uvedeny informace o některých poraněních kolenního, zejména vazivového aparátu, způsoby diagnostiky a léčby. V dalších kapitolách jsou uvedeny teoretické základy senzomotorické stimulace a třídimenzionálního cvičení na 3D Spacecurl. Na konci teoretické části práce je popsán princip funkce posturografie se zaměřením na přístroj Tetrax (Sunlight).

Praktická část zahrnuje odebrání anamnézy a vyšetření zkrácených svalů „před“ a „po“ cvičení. Dále je zde popsáno vyšetření na přístroji Tetrax, taktéž „před“ a „po“ cvičení. V závěru jsou rozebrány výsledky vyšetření a porovnání dat vyšetření na Tetraxu.

10. Summary

The main topic of this thesis is a knee injury with a rehabilitation on Spacecurl therapeutic machine verified on Tetrax.

There is a basic knowledge of anatomy and kinesiology of a knee described in a theoretic part of the thesis. Further there is an information of some injuries of knee, especially ligaments; and diagnostic and therapeutic methods.

In other chapters there is a theoretical basic knowledge of a sensomotoric stimulation and a three-dimensional exercise on 3D Spacecurl. In the end of theoretical part there is described a principle of function of posturography focused of Tetrax (Sunlight).

The practical part includes an anamnesis finding and an investigation of shortened muscles before and after the exercise. Further there is described an examination on Tetrax – also before and after the exercise.

In the final part there are results of examination discussed and there is a comparison of data obtained from Tetrax.

11. Seznam použité literatury

1. ČIHÁK, R. *Anatomie I*; Druhé, upravené a doplněné vydání. Grada Publishing, a.s., 2001. s.293-303. ISBN 80-7169-970-5
2. DUNGL, P. *Ortopedie* 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. s. 953,961-918. 1280s ISBN 80 -247- 0550-8
3. Trojan, S et.al. *Lékařská fyziologie*:4. Vydání, přepracované a doplněné. Grada Publishing, a.s., 2003. s 613-614. ISBN 80-247-0512-5
4. TROJAN, S. et.al. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3. přeprac. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 32, 85-86 s. ISBN 80-247-1296-2.
5. PAVLŮ, D. *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody I* .2. vyd. Brno: CERM. s.126-128 ISBN 80-7204-312-9
6. JANDA, V., VÁVROVÁ, M. Senzomotorická stimulace; Základy metodiky propioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*, 25, 1992, č. 3, s. 14-34
7. JANDA, V., PAVLŮ, D. *Třídídimenzionální cvičení pomocí přístroje spacecurl v prevenci a terapii*. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2003, č. 1, s. 25-27
8. Venclová, Š. *Fyzioterapie u skoliotiků v závislosti na cvičení na 3D Spacecurl, objektivizované přístrojem Tetrax*. Diplomová práce bakalářská. 3. LF. Praha :2011 s. 17-18
9. JANDOVÁ, D. *Třídídimenzionální cvičení (PROFI)*. *Sanquis – edice profesionál*, 2010, č. 74, s. 89.
10. NOVOTNÁ, E. *Vypracování a ověření didaktického postupu pro cvičení na Space-Curls – stroji umožňujícím pohyb ve třech rovinách*. Diplomová práce bakalářská. 3.LF. Praha: 2003
11. **Fyzionzone** . Sportovní fyzioterapie [online], (c) 2010 [cit.8.5.2014] dostupné z : <http://www.fyziozone.cz/terapie/>
12. KOLÁŘ, P. et.al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009.s 198-199. ISBN 978-80-7262-657-1.

13. **WIKIPEDIE:** *Posturografie*. [on-line]. Praha 2009 [cit.10.5.2014] .
Dostupné z : www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Posturografie>
14. **MEDICAL TRIBUNE CZ :** *Tetrax systém- revoluce v diagnostice wiplash injury* [on-line] Copyright © 2000-2012. [cit.10.5.2014].
Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/14039>

12. Seznam příloh

Příloha č. 1: Tetrax – vstupní vyšetření, proband

Příloha č. 2: Tetrax – výstupní vyšetření, proband

Příloha č. 3: Příklad Spacecurl - základní pozice

Příloha č. 4: Příklad Spacecurl - fixační zařízení

Příloha č. 5: Pohyb v sagitální rovině, pohled zepředu

Příloha č. 6: Pohyb po diagonále, pohled zepředu

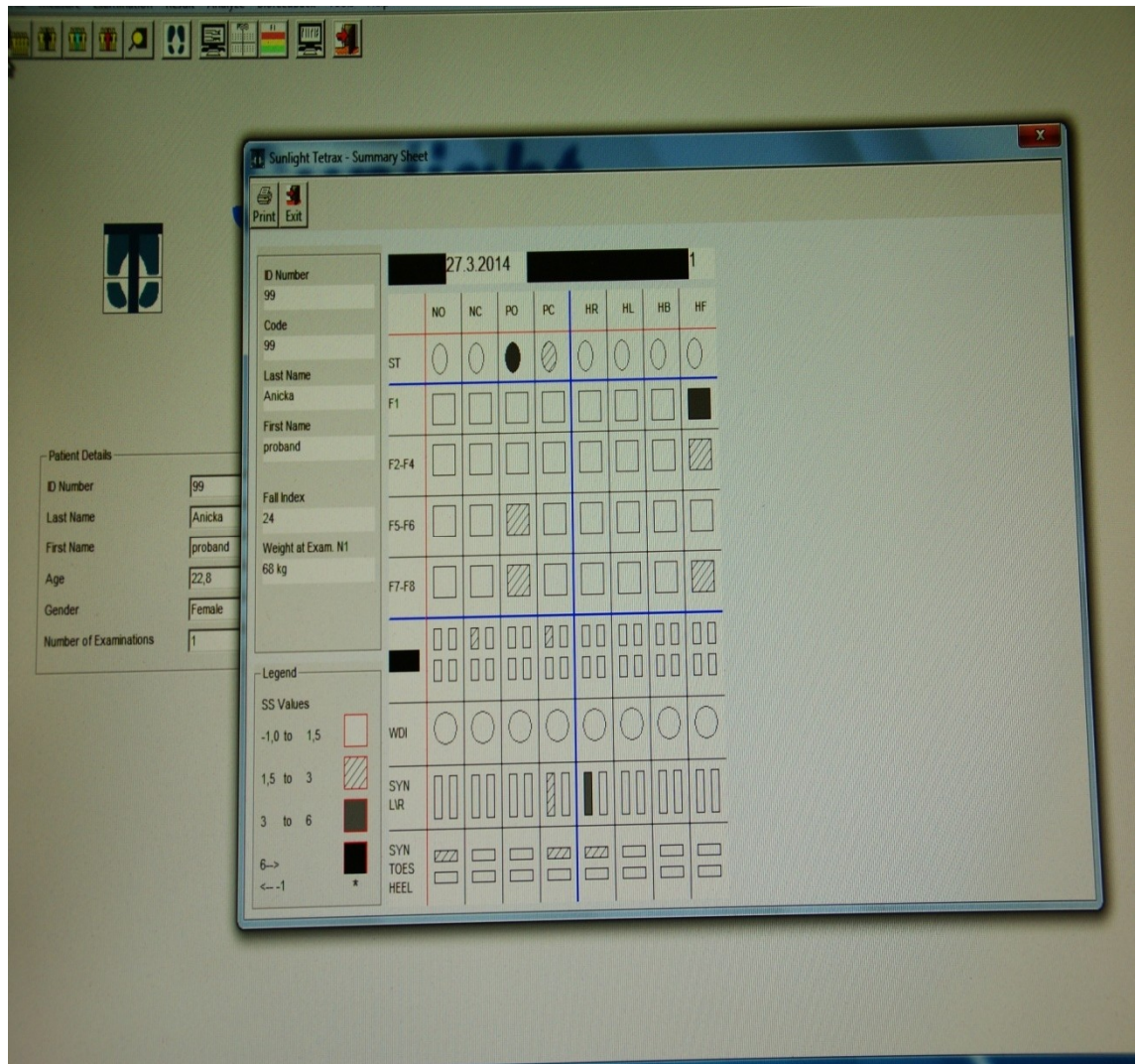
Příloha č. 7: Pohyb po diagonále, pohled z boku

Příloha č. 8: Pohyb do rotací, pohled zepředu

Příloha č. 9: Pohyb do rotací, pohled z boku

13. Přílohy

Příloha č. 1: Tetrax – vstupní vyšetření, proband



Bílé pole: žádná porucha

Šrafované pole: lehká porucha

Šedé pole: středně těžká porucha

Černé pole: těžká porucha

Příloha č. 2: Tetrax – výstupní vyšetření, proband

Sunlight Tetrax - Summary Sheet

Print Exit

ID Number 14.5.2014 1

Code 104

Last Name proband anicka

First Name after

104

proband a

after

22,8

Female

1

	NO	NC	PO	PC	HR	HL	HB	HF
ST	○	○	◐	○	○	○	○	○
F1	□	□	□	□	□	□	□	◐
F2-F4	□	□	◐	◐	◐	□	◐	◐
F5-F6	□	□	◐	■	□	□	□	□
F7-F8	□	□	□	■	■	□	□	■
Legend	■	□	□	□	□	□	□	□
SS Values	□	◐	◐	◐	◐	◐	◐	*
-1,0 to 1,5	□	◐	◐	◐	◐	◐	◐	
1,5 to 3	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	
3 to 6	■	■	■	■	■	■	■	
6->	■	■	■	■	■	■	■	
<- -1	*	*	*	*	*	*	*	*
WDI	○	○	○	○	○	○	○	*
SYN L/R	□	□	□	□	□	□	□	□
SYN TOES	◐	□	□	□	□	□	□	□
HEEL	□	□	□	□	□	□	□	□

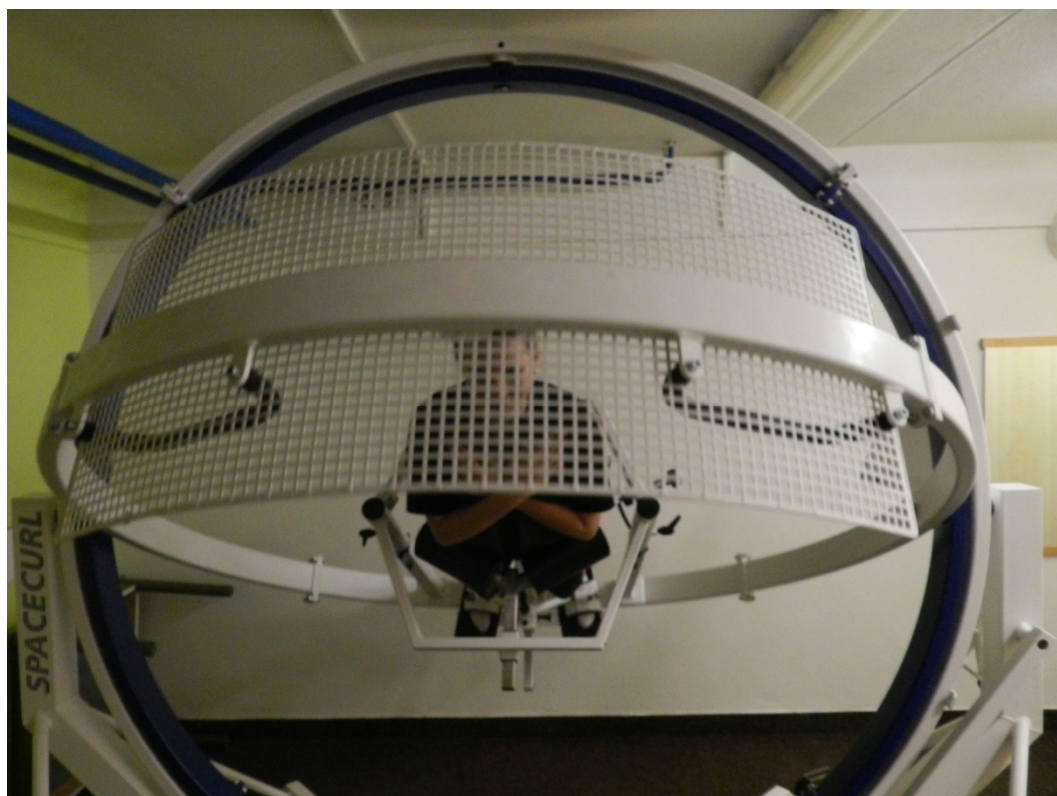
Příloha č. 3: Příklad Spacecurl - základní pozice



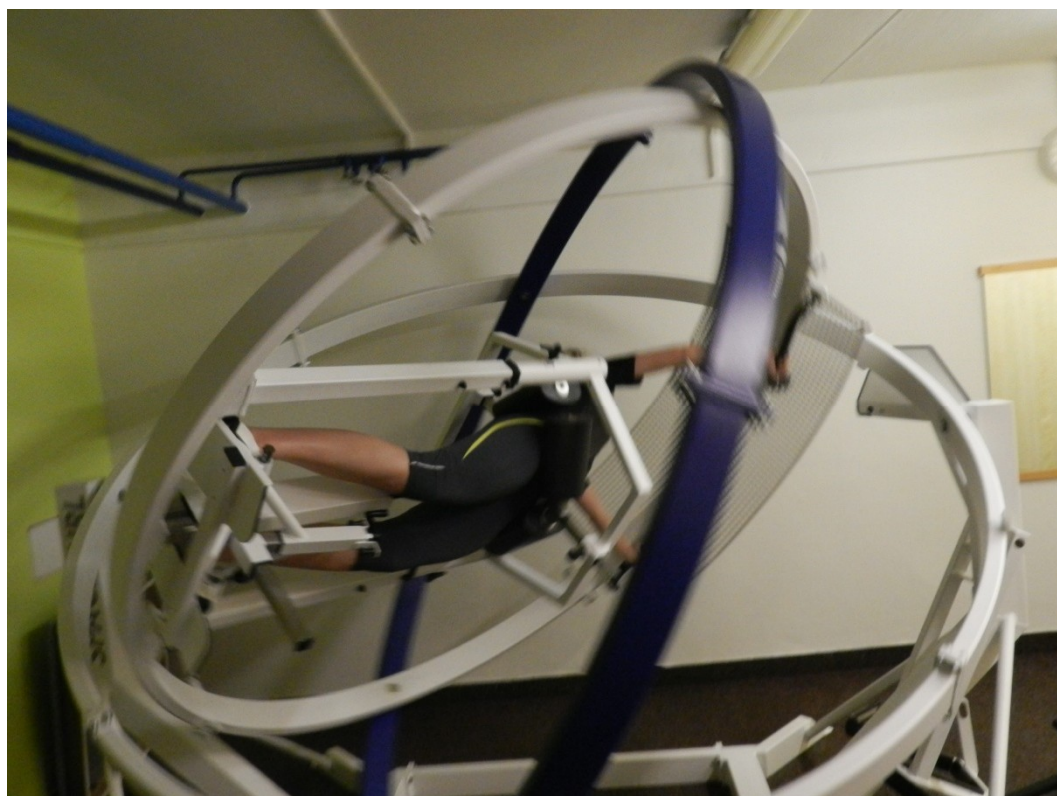
Příloha č. 4: Příklad Spacecurl - fixační zařízení



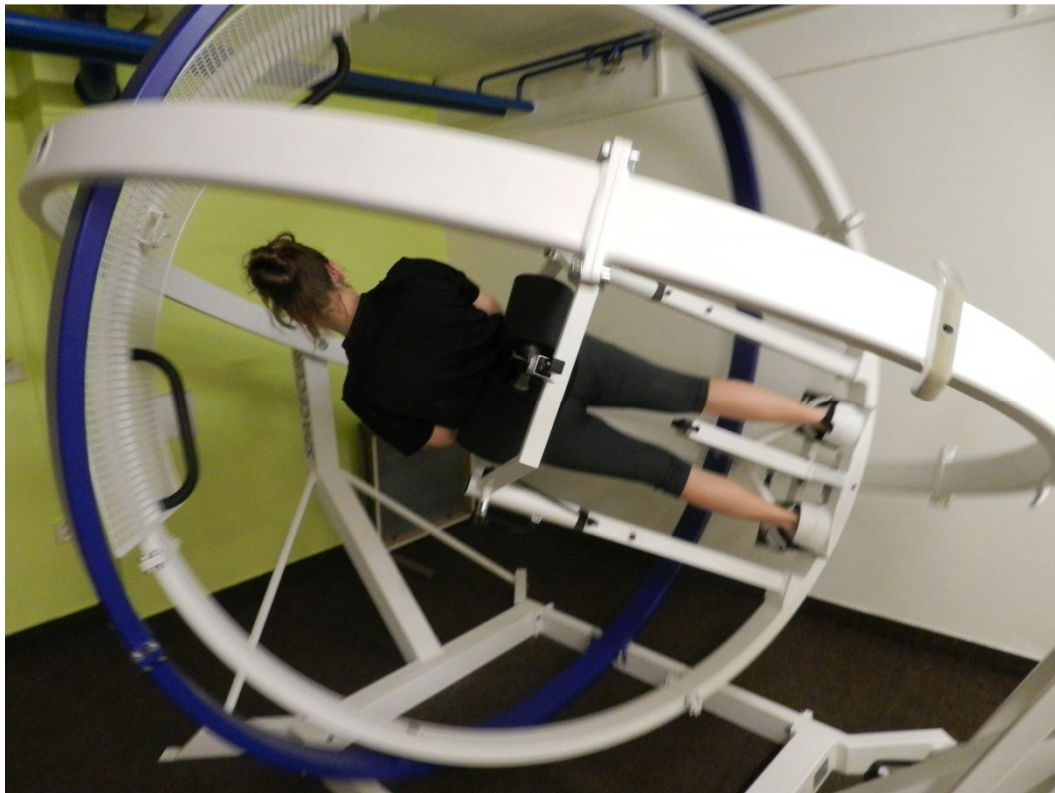
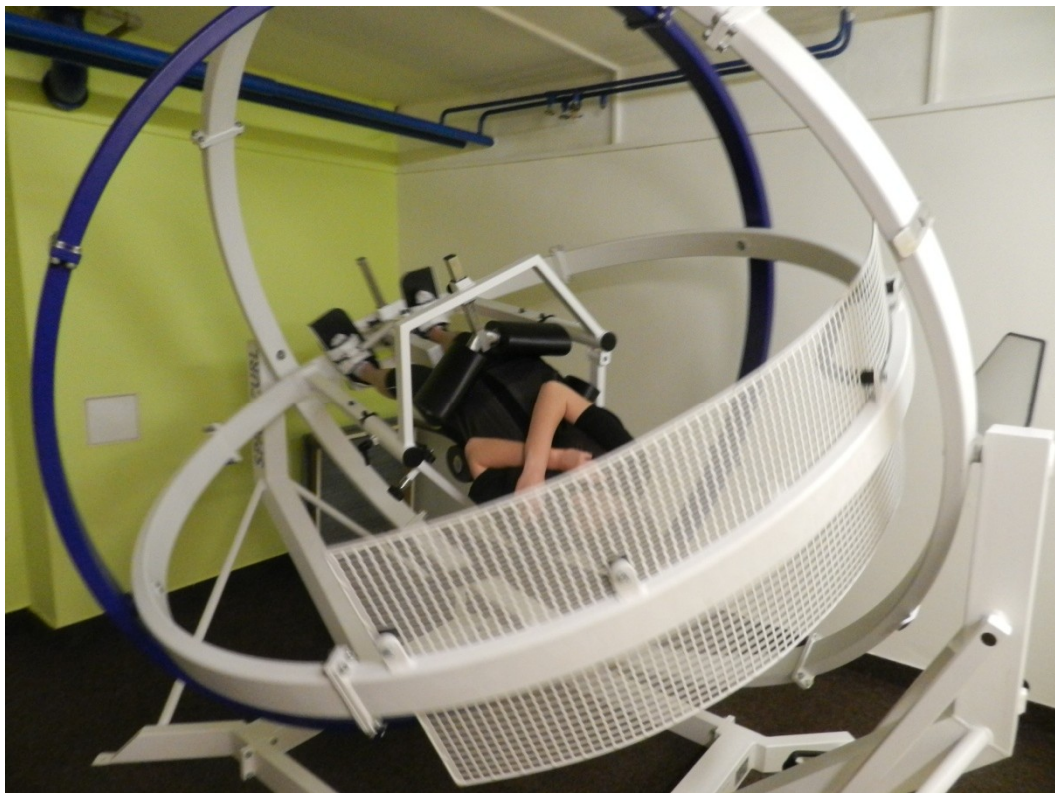
Příloha č. 5: Pohyb v sagitální rovině, pohled zepředu



Příloha č. 6: Pohyb po diagonále, pohled zepředu



Příloha č. 7: Pohyb po diagonále, pohled z boku



Příloha č. 8: Pohyby do rotací, pohled zepředu



Příloha č. 9: Pohyb do rotací, pohled z boku

