

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitačního lékařství



Martina Vocílková

Vliv chůze na balančních sandálech na stabilitu stoje po úrazu dolní končetiny

*Effect of Walking on Balance Shoes on the Stance
Stability after an Injury of the Lower Extremity*

Bakalářská práce

Praha, 2011

Autor práce: Martina Vocílková

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **PhDr. Alena Herbenová**

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

Předpokládaný termín obhajoby: 6. září 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila 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 9. srpna 2011

Martina Vocílková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu této práce paní PhDr. Aleně Herbenové, za cenné rady při psaní této práce a za její podporu. Zároveň bych chtěla poděkovat panu Mgr. Pavlu Fuksovi, panu Mgr. Ahmedu El Alimu a ostatním pracovníkům v C.L.P.A. za poskytnutí technického zázemí při práci na posturografu.

Obsah

Prohlášení	3
Obsah	5
Úvod	7
1 Rovnováha a posturální systém	8
1.1 Motorický výstup.....	10
2 Systémy podílející se na udržování rovnováhy	12
2.1 Vestibulární aparát.....	12
2.1.2 Projevy poruchy vestibulárního aparátu	12
2.2 Somatosenzorický systém	13
2.2.1 Mechanoreceptory	14
2.2.3 Nociceptory	15
2.2.4 Proprioreceptory	16
2.2.4.1 Svalové vřetenko	16
2.2.4.2. Golgiho šlachová tělíska.....	18
2.2.4.3 Význam reciproční inervace a reciproční inhibice	19
2.2.4.4 Role propiocepce v motorické kontrole	19
2.2.4.5 Role propiocepce v sensomotorickém řízení funkční kloubní stability	21
2.2.4.6 Role propiocepce kolenního kloubu.....	22
2.2.4.7 Poranění měkkých struktur kolene	22
2.3 Zrakový aparát.....	24
3 Úrazy na dolních končetinách, propiocepce a rovnováha.....	25
3.1 Vnější rizikové faktory	25
3.2 Vnitřní rizikové faktory	25
3.3 Propiocepce	29
4 Biodex Balance Systém.....	32
4.1 Dynamický test stability	32
4.2 Testování limitů stability	33
5 Metodika senzomotorické stimulace	35
5.1 Indikace senzomotorické stimulace.....	36
5.2 Chůze na balančních sandálech	36
5.3 Studie vlivu metodiky senzomotorické stimulace na porušený LCA.....	37
6 Praktická část.....	38
6.1 Cíl práce.....	38
6.2 Hypotéza.....	38
6.3 Charakteristika souboru	38
6.4 Postup práce a použitá metodika	38
6.4.1 Průběh měření.....	38
6.4.2 Průběh cvičebního plánu	39
6.2.3 Cvičební jednotka	39
6.4 Kasuistiky	40
6.4.1 Proband 1	40
6.4.2 Proband 2.....	48
6.4.3 Proband 3.....	55
7. Diskuse	63
8. Závěr.....	66

Úvod

Již Sherrington vyslovil, že kromě pěti smyslů máme ještě jeden, šestý. Tento smysl nazval propiocepcí a popsal ho jako „vědomí relativní polohy trupu a končetin v prostoru“. Prezентuje jej jako své fyzické „já“, díky němuž za pomoci zraku a citu pro rovnováhu cítíme svoje tělo. (Dance pragmaLista. Info)

V této bakalářské práci jsem se zaměřila na poúrazově vzniklou sníženou stabilitu stoje, která je u mých probandů dána zejména poruchou propiocepce.

Teoretická část je zaměřená na systémy podílející se na udržení stability, zejména na samotnou propiocepci, jejím vlivu na udržování rovnováhy, její poruše s následky na celkovou bilanci.

V praktické části sleduji skupinu tří probandů. Cílem bylo zjistit, jaký vliv měla chůze na balančních sandálech na stabilitu stoje, která je měřená na poúrazové dolní končetině.

1 Rovnováha a posturální systém

Posturální systém má celkem tři základní funkce: oporu, která podepírá tělo proti gravitaci vhodně zvolenou kontrakcí adekvátních svalových skupin; stabilizaci různých částí těla tak, aby jiné mohly provádět plynulý a nerušený pohyb; a nakonec rovnováhu, která kontroluje správné vyvážení sil působících na tělo, čímž usměrňuje těžiště. Aby mohl všechny funkce správně zastávat, potřebuje stálý přísun informací o poloze částí těla, které se k němu dostávají ze somatosenzorických receptorů, zrakového a vestibulárního aparátu. Je-li alespoň jeden z těchto vstupů zachován, stoj je možný, ale s mnoha nedostatky. Informace z oblasti kotníku a plosky nohy jsou důležité pro udržení stoje při výchylnkách o nízké frekvenci, do 1 Hz. Při jejich vyřazení funkci přebírá zrakový aparát. Korekci stoje při výchylnkách o vyšších frekvencích zastupují somatosenzorická čidla ze svalů lýtky, které při jejich poškození není možné nahradit. Anteriorní výchylnky těla koriguje m. gastrocnemius, tím, že táhne tělo dozadu. Naopak posteriorní výchylnky jsou vyrovnávány kontrakcí m. tibialis anterior. Během jednostranného postoje se zvyšují výchylnky těla do stran, proti kterým působí pronace a supinace zánártního kloubu. (Irrgang et al., 1994)

Vařeka (2001) posturu vnímá jako aktivní držení tělesných segmentů proti působení zevních sil a považuje ji jako důležitou součást veškerých volných pohybů včetně lokomoce. *„V literatuře je možné se též setkat s posturou jako s mírou úsilí, potřebného k dosažení změny polohy tělesa v gravitačním poli“* (Véle, 2001 in Jančová et Kohlíková, 2007). *„Jiní autoři považují posturu za schopnost udržet těžiště těla nad opornou plochou (Base of Support)“* (Jančová et Kohlíková 2007). Podle Suchomela a Lisického zahrnuje komplexní postura těla pasivní subsystém, který je dán vazivovým a kostěným aparátem, a aktivní subsystém, který je prezentován svalovou kontrakcí. *„Posturu zajišťují rovnovážné schopnosti a to jak během klidného stoje tak i během pohybu“* (Jančová et Kohlíková 2007).

Posturální výchylnky jsou definované jako náhlé změny v postavení těla, které vychylují rovnováhu. Tyto výchylnky mohou být způsobeny senzoryckými výchylnkami pocházejících například z vestibulárního aparátu, z vizuálních klamů, způsobených pohybem nebo ze somatosenzorických podnětů. Naopak

mechanický posun vychýlí pozici tělesných segmentů, které mohou vést k posunutí celkového tělesného těžiště nebo ke ztrátě rovnováhy. Malé posunutí jednotlivých tělesných segmentů jako je hlava může mít za následek minimální svalovou reakci. Oproti tomu větší výchylky tělesného těžiště vyžadují dostatečně velkou reakci svalů k zajištění dostatečného vyrovnání sil a navrácení těžiště do rovnovážného stavu. (Horak et al., 1997)

K termínu balance se vztahuje velké množství definic. Například podle Galley a Forster (in Brody et Hall, 1999) „*je balance stav, kdy je tělo v rovnováze*“. Dodávají, že závisí na schopnosti těla neutralizovat vnější síly, které na tělo působí a snaží se ho vychýlit. Jejím cílem tedy je, aby výsledná síla, všech vnějších působících sil byla nulová. Balance vyžaduje schopnost udržet pozici ke stabilizaci během dobrovolně prováděném pohybu a k reakci na vnější výchylky. Schopnost udržení balance zahrnuje efektivní koordinaci mezi četnými senzory, biomechanickým a motorickým systémem. Tyto systémy dodávají informace do centrálního nervového systému. (Brody et Hall, 1999)

Kontrola rovnováhy může být reaktivní, tedy jako odpověď na vnější síly vychylující těžiště, nebo proaktivní, která oponuje vnitřním silám, vznikajících při samotném pohybu těla. Avšak každá reakce na vnější posturální vychýlení není čistě reaktivní. V křivce reprezentující reakci lze vyčíst propojení s parametry jako je prostředí, očekávání, pozornost a záměr. (Horak et al., 1997)

Držení těla je určitý způsob, jakým se tělo adaptuje na gravitační síly a je výsledkem nervové a svalové spolupráce. Úroveň držení těla je závislá na somatických a psychických faktorech. (Jančová et Kohlíková, 2007)

Pro zajištění stoje a lokomoce má velký význam funkce dolních končetin. „*U jedné končetiny převažuje funkce stabilizační a / nebo brzdící, u druhé naopak dynamická a / nebo zrychlující*“ (Sadeghi et al., 2000 in Vařeka, 2001). Tento rozdíl je možné pozorovat během cíleně nastavené postury, tedy atitudy, kdy jedna končetina má funkci statickou a to tak, že zajišťuje stabilní stoj, aby druhá, dynamicky zaměřená končetina, mohla provádět vlastní pohyb. Základní podmínkou optimálně provedeného pohybu je správně nastavená atituda, tudíž bez funkce stejné končetiny není možné tento optimální pohyb provést. Toto zajištění stability pro výkon určité činnosti si tělo vybudovalo na základě

opakování, a tak kdybychom subjekt nechali vykonávat činnost v opačném sledu, nebude schopný zajistit stabilní výchozí pozici nutnou k provedení pohybu. Následný pohyb tím bude ovlivněn. „Dominance“ končetiny, která je schopna zajistit výkon, je tedy dána jak trénovaností, tak i vhodně zajištěnou posturou. (Vařeka, 2001)

1.1 Motorický výstup

Poté, co je sensorická informace předána do centra, dojde k jejímu zpracování a je vybrána odpovídající odpověď. Programování této odpovědi je ovlivněno pohybem a jedná se o část, nejčastěji ovlivněnou léčbou. (Light K.E, 1990 in Brody et Hall, 1999). Přestože při porušení rovnováhy je dostupných několik posturálních odpovědí při nestabilitě, jsou nejčastější tři automatické odpovědi. Jsou to: kotníková strategie, strategie kyčlí a kroková strategie. Tyto programové vzorce jsou základem spuštění aktivity pohybového aparátu, který se bude snažit udržet rovnováhu. Místo toho, aby mozek musel určit, které svaly aktivovat a kdy, musí pouze vědět, který pohybový vzorec spustit, kdy ho spustit a s jakou intenzitou. Toto se například uplatňuje při „feed forward“ / kontrole bez zpětné vazby nebo „close loop“ / „feedback control“ / zpětnovazebné kontrole. Při „feed forward“ se pohyb koná příliš rychle, na to, aby se dalo spoléhat na sensorickou zpětnou vazbu. Odpovědi jsou tedy předprogramované a automatické. A právě na tyto předprogramované vzorce je zaměřena terapie při poruše posturální stability. Oproti tomu zpětnovazebná kontrola vyžaduje sensorickou odpověď. Využívá se k učení precizních pohybů. (Brody et Hall, 1999)

Tři základní pohybové strategie k udržení rovnováhy jsou: kotníková strategie, strategie kyčlí a kroková strategie. (Nashner et McCollum, 1985 in Brody et Hall, 1999). Tyto strategie mohou být charakterizovány na základě jejich odlišných svalových synergií, kinematiky a napětí v kloubech. (Kuo et Zajac, 1993 in Horak et al, 1997). Jsou ovlivněny intenzitou výchylky těžiště, pozorností subjektu a jeho momentálním postavením ve chvíli vzniku výchylky. (Brody et Hall, 1999)

Kotníková strategie je obecně nejvíce využívána, zvláště když je posunutí malé a předozadního směru. Tyto výchyly jsou vyrovnávány rotací v kotnících, s minimálními pohyby v koleni a v kyčli. Posunutí těžiště směrem dozadu má za následek dorsiflexi v kotníku s aktivací musculus gastrocnemius, hamstringů a extenzorů trupu za účelem zpomalení pohybu dozadu. Posunutí těžiště dopředu má za následek plantární flexi s kontrakcí musculus tibialis anterior, musculus quadriceps a břišních svalů za účelem kontroly pohybu dopředu. Aktivace působících svalů má distoproximální průběh. (Brody et Hall, 1999; Ragnarsdóttir, 1996)

Strategie pohybů v kyčli je použita, když je strategie kotníků limitovaná, když je vychýlení těžiště větší nebo při stojí na nestabilním povrchu, které má za následek, že kotníková strategie není dostatečně efektivní. Vychýlení těžiště dozadu zde má za následek zpětný náklon s aktivací paraspinálních svalů a hamstringů. Na anteriorní vychýlení reaguje náklonem směrem dopředu za využití kontrakce m. quadriceps a břišního svalstva. Při pokusu o navrácení těžiště do rovnovážného stavu probíhá svalová aktivace v obou případech směrem proximo – distálním. (Brody et Hall, 1999)

V případě, že je výchylka dostatečně velká, je využito krokové strategie, která je charakteristická vykonáním kroku nebo poskoku ve směru působící síly za účelem znovu získání posturální rovnováhy. (Brody et Hall, 1999; Ragnarsdóttir, 1996)

2 Systémy podílející se na udržování rovnováhy

K udržení vzpřímeného držení těla při stabilním stoji přispívají celkem tři systémy : zrak, vestibulární systém a somatosenzorický systém (Brody et Hall, 1999)

2.1 Vestibulární aparát

Vestibulární aparát poskytuje informace o orientaci hlavy v prostoru a o její přímé a úhlové akceleraci. Tyto informace následně napomáhají při udržování vzpřímené pozice těla proti gravitační síle. Vestibulární aparát se skládá z kostěného labyrintu v temporální kosti, který je tvořen vestibulem a třemi kostěnými polokruhovitými kanálky, na kterých je zavěšen membranózní labyrint. Ten se skládá ze dvou dutin – utriculus, saculus a tří blanitých polokruhovitých kanálků, na sebe kolmých a končících v utrikulu

Otolity poskytují informaci o gravitačních silách a skládají se z utriculu a saculu. Otolity jsou zároveň zodpovědné za detekci horizontální a vertikální akcelerace. Utriculus, nacházející se uvnitř otolitu slouží k detekci horizontálního pohybu a saculus k detekci vertikálního pohybu.

Vestibulární nerv ústí do vestibulárních jader a do mozečku. Vestibulární jádra zároveň přijímají vstupy z ostatních senzorních systémů jako například z vizuálního systému. Z vestibulárních jader sestupují dvě eferentní dráhy do míchy za účelem zajištění posturální kontroly. Sestupující dráhy obsahují vlákna k zajištění pohybu očí a zároveň i vlákna vedoucí do thalamu. Z thalamu tyto vlákna sestupují dále do hlavy nc. caudatus a do parietální asociační oblasti, kde je informace sjednocena s informacemi z ostatních sensorů. (Brody et Hall, 1999; Irrgang, 1994; Králíček, 2002)

2.1.2 Projevy poruch vestibulárního aparátu

Vestibulární nystagmus je prezentován mimovolnými kmitavými pohyby očních bulbů s pomalou složkou směřující ke slabšímu vestibulárnímu aparátu.

Závrat' jako subjektivně nepříjemný pocit nestability v prostoru, doprovodný vegetativními projevy – nauzea, zvracení, palpitace, bledost.

„Vestibulární ataxie je neschopnost udržet rovnováhu při stoje a chůzi“ (Králíček, 2002). U chůze je charakteristická široká báze s titubací až pády ke straně slabšího vestibulárního aparátu. Ataxie se prohloubí při zavřených očích. „Příčinou je asymetrické rozložení svalového tonu, kdy na straně relativně slabšího labyrintu klesá tonus extenzorů“ (Králíček, 2002).

U spontánních **tonických výchylek** končetin jde pravděpodobně o nevyváženost svalového tonu mezi oběma polovinami těla.

2.2 Somatosenzorický systém

Termín senzomotorický systém byl přijat účastníky na Foundation of Sports Medicine Education and Research workshop v roce 1997. Tento termín popisuje smyslové, motorické a centrální zapojení účinkujících komponent, podílejících se na udržení kloubní homeostázy během pohybů těla. Komponenty, které zajišťují funkční stabilitu musí být flexibilní a adaptabilní, protože požadované úrovně jsou rozdílné jak mezi různými osobami, tak v závislosti na úkolu. Tato funkční kloubní stabilita je uskutečňována vztahem mezi statickými a dynamickými komponentami, které se navzájem doplňují. (Riemann et Lephart, 2002 a)

Statickou, nebo-li pasivní komponentu uvnitř kloubu, tvoří ligamenta, kloubní pouzdro, chrupavky, kloubní napětí a kloubní geometrie. (Lew et al, 1993, Johansson et al, 1993 in Riemann et Lephart, 2002 a)

Dynamická komponenta přispívá ke stabilitě pomocí přímé a zpětnovazebné neuromuskulární kontroly nad svaly procházejícími přes nebo přecházejícími kloub. Základem efektivity dynamického omezení jsou biomechanické a fyzikální vlastnosti kloubu, které zahrnují rozsah pohybu, svalovou sílu a vytrvalost. (Riemann et Lephart, 2002 a)

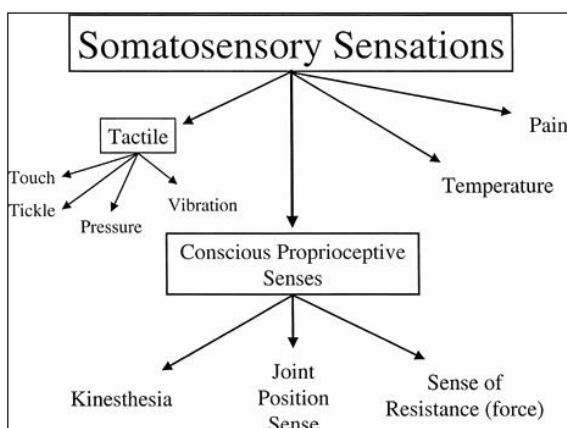
Somatosenzorický systém přispívá k udržení rovnováhy tím, že dodává informace o vzájemné poloze jednotlivých částí těla. Informace ze somatosenzorického systému vyvstávají z periferních zdrojů jako například ze svalů, kloubního pouzdra a jiných měkkých struktur. (Brody et Hall, 1999)

Obsahuje receptory pro vnímání mechanických podnětů, tzv. mechanoreceptory, pro vnímání bolesti nociceptory a pro vnímání tepla

termoreceptory. Zvláštní typ receptorů jsou proprioreceptory, které dávají informace o poloze částí těla v prostoru. (Králíček, 2002)

Tedy, termín somatosenzorika je globální a zahrnuje vnímání všech modalit mechanorecepce, termorecepce a bolesti, vycházejících z periferie. Následné vědomé zhodnocení těchto informací vede k vnímání určitého typu bolesti, teploty, taktilního cití a vnímání polohy a pohybu těla v prostoru (kinesteze). (Riemann et Lephart 2002 a)

Obrázek 1: Vjemy ze somatosenzorických zdrojů



<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164311/figure/F2/>

2.2.1 Mechanoreceptory

Mechanoreceptory zaznamenávají taktilní cití, které registrují při deformaci kůže, ohnutí vlasu nebo chlupu. Jednotlivé vjemy jsou pak v centrálním nervovém systému složeny do jednoho celku, který pak udává informaci o tvaru, hrubosti a velikosti dotýkaného se předmětu. Podle frekvence akčních potenciálů, při stálém působení vnějšího podnětu, se dělí na rychle a pomalu se adaptující. Jejich hustota není na celém těle stejná. Největší počet se nachází na bříškách prstů, nejnižší na zádech. (Králíček, 2002)

Merkelovy disky jsou uloženy v epidermis a reagují na dotek. Patří mezi pomalu se adaptující receptory, které produkují elektrické signály po celou dobu působení podnětu. Jsou hojně uloženy na bříškách prstů, kde jejich funkce je zejména v zjišťování obrysu dotýkaného předmětu. (Králíček, 2002)

Meissnerova tělíska - jde o rychle se adaptující receptory. „*Adekvátním podnětem pro jejich aktivaci je jemné mechanické chvění do frekvence 80 Hz*“ (Králíček, 2002). Stejně jako Merkelovy disky mají velkou hustotu uložení na bříškách prstů, kde ale detekují strukturu předmětu. (Králíček, 2002)

Ruffiniho tělíska jsou zapouzdřené zakončení, které odpovídají na pasivní a aktivní pohyb, který registrují napínáním kůže. (Stern, 1993 in Brody et Hall, 1999; Králíček, 2002) Nejčastěji jsou považovány za statické i dynamické receptory, a to na základě jejich nízkoprahové a pomalu se adaptující charakteristiky. (Wyke, 1967 in Riemann et Lephart, 2002 a)

Vater – Paciniho tělíska registrují vibrace o frekvenci v rozmezí 100 až 300 Hz. Patří mezi jedny z nejrychleji adaptujících se mechanoreceptorů. (Králíček, 2002). Díky jejich nízkoprahovým a rychle se adaptujícím vlastnostem jsou tato tělíska řazena mezi dynamické receptory (Wyke, 1967 in Riemann et Lephart, 2002 a). Signalizují pohyby v kloubu, ale dávají malé informace o finální pozici kloubu. (Stern, 1993 in Brody et Hall, 1999)

2.2.2 Termoreceptory

Poskytují informace o teplotě dotýkaných se předmětů. Pokud je teplota tělesa v rozmezí 10 až 30°C, což je nižší než teplota těla, je vnímána chladovými receptory. Pokud teplota předmětu přesáhne teplotu těla, je vnímána tepelnými receptory, které nejlépe reagují v rozmezí teplot 40- 45°C. (Králíček, 2002)

Strukturálně se jedná o volná nervová zakončení A_{δ} a C.

2.2.3 Nociceptory

„*Jsou volná nervová zakončení aferentních vláken typu A_{δ} a C*“ (Králíček, 2002).

„*Kožní A_{δ} mechanické nociceptory tvoří 50% A_{δ} aference*“ (Trojan, 2003). Jsou drážděny silným mechanickým podnětem, který se projeví ostrou, dobře lokalizovanou bolestí. Nemyelinizované A receptory reagují na vysoké a příliš nízké teploty. (Trojan, 2003)

„Kožní C polymodální nociceptory představují u člověka až 90 % kožní C aference“ (Trojan, 2003). Reagují na všechny bolestivé podněty, při kterých se díky poškození tkáně uvolňují chemické látky. (Trojan, 2003)

2.2.4 Proprioreceptory

Sherrington (1906) popsal propiocepci jako aferentní informace vycházející z propioceptorů lokalizovaných v takzvaném „proprioceptivním poli“, které bylo definováno jako oblast, která je odstíněna od okolí povrchovými buňkami. Toto pole obsahuje speciálně upravené receptory pro snímání změn probíhajících uvnitř organismu nezávisle na „vnitřně uvězněných polích“, které představují například vnitřní orgány. Sherrington sice definoval propioceptivní pole jako pevně oddělené od externího prostředí, nechtěl tím ale říci, že receptory v jednotlivých regionech fungují v úplné izolaci. Spíše Sherrington rozeznal interakci mezi receptory umístěnými v obou oblastech těla. Spojení receptorů umístěných v exteroceptivní a propioceptivní části těla se nazývá spojenectví. V několika svých člancích definuje Sherrington užití propiocepce jako regulaci celkového držení těla a segmentální (kloubní) stability stejně jako inicializaci některých periferních (svalových) vjemů. (Riemann et Lephart 2002 a)

Proprioreceptory jsou speciálně upravené receptory, které zaznamenávají hlubokou citlivost. „Aferentní informace přichází z receptorů v kloubech, svalech, šlachách, fasciích a z části i z kožních receptorů dotyku a tlaku. Vedou podněty o poloze kloubu, stupni a směru pohybu, napětí kloubního pouzdra“ (Přidalová at Riegerová, 2002). Podávají tedy celkem tři důležité informace: polohové, které informují o poloze jednotlivých částí těla; pohybové kódují vzájemný pohyb částí těla, rozsah a rychlost pohybu v kloubech; silové napomáhají odhadnout výšku odporu, vznikajícího během konání pohybu. (Trojan 2003)

2.2.4.1 Svalové vřetenko

Je hlavním iniciátorem napínacího, myotatického reflexu, který se projeví stáhnutím pasivně nataženého kosterního svalu. „Informuje centrální nervový systém jak o rychlých (fázických) změnách délky svalu (při pohybu), tak i o změnách dlouhodobých, tonických (při udržování určité polohy)“ (Trojan 2003).

Svalové vřeténko se skládá z intrafuzálních vláken, které ve svém středu, tzv. receptorové oblasti, postrádají kontraktilní aparát a obsahují jádra, která jsou obtočena aferentními nervovými anulospinálními vlákny, jež vedou vzruchy rychle. Dle rychlosti kontrakce a morfologie se rozlišují intrafuzální vlákna na "nuclear bag fibres" a „nuclear chain fibres“. Takzvaná nuclear bag mají svá jádra uspořádána hroznovitě a jejich kontrakce je pomalá. „Nuclear chain“ mají lineárně uspořádaná jádra ve své receptorové oblasti, jsou kratší, tenčí a jejich kontrakce je velmi rychlá. Oproti předešlému typu vláken je aferentní složka kromě anulospinálních vláken doplněna ještě sekundárním zakončením, tzv. „flower spray ending“. Všechna intrafuzální vlákna jsou k pracovním, extrafuzálním, vláknům připojena paralelně. (Králíček, 2002)

„Senzorická vlákna vstupují zadními kořeny do míchy a vytvářejí zde přímé, monosynaptické, excitační spojení s alfa motoneurony téhož svalu a jeho synergistů“ (Králíček, 2002). Axony motoneuronů pak končí na extrafuzálních vlákních. Souhrnně lze říci, že při prodloužení extrafuzálních vláken dojde k deformaci senzorických terminál receptorové oblasti intrafuzálního vlákna, které je k němu paralelně připojeno. Při dostatečné excitabilitě může vzniknout i monosynaptický reflex, který způsobí kontrakci homonymního svalu a jeho synergistů. Komisurálními drahami se aktivita šíří i na kontralaterální stranu míchy, kde agonistu inhibuje a jeho antagonistu facilituje. (Králíček, 2002; Věle 2006) *„Zkrácení extrafuzálních vláken při jejich kontrakci vede k relaxaci receptorové oblasti intrafuzálních vláken a opačnému efektu na homonymním svalu a jeho synergisech“* (Králíček, 2002).

Vřeténka vysílají aferenci také i do vyšších etáží CNS (centrální nervové soustavy). Do somatosenzorického kortexu prostřednictvím drah zadních provazců míšních a mediálního lemnisku. Do mozečku prostřednictvím spinocerebelárních drah a cuneocerebelárního traktu. Spinální mozeček poté zkontroluje, zda pohyb příslušné oblasti odpovídá kopii předpokládaného pohybu, kterou dostal od mozkové kůry, a případnou diskrepanci opraví zásahem do aktivity motorických drah.

Kontraktilní póly intrafuzálních vláken jsou pod motorickou kontrolou nastavovacího systému gama, řízeného z retikulární formace, která může

zkrácením pólů, a tím protažením centrální části, rozhodnout o výšce nastavení prahu dráždivosti. Tímto předpětím se zaručí, že na stejně velké následující protažení svalu zareagují senzory v centrální části vlákna vyšší aktivitou. Z toho je patrné, že gama systém nastavuje výši citlivosti svalových vřetének. (Véle, 2006; Králíček, 2002)

2.2.4.2. Golgiho šlachová tělíska

Tato tělíska jsou receptorem obráceného myotatického reflexu, který zapříčiní relaxaci svalu poté, co mechanické napětí dosáhne určité kritické hranice. Relaxace je tedy odpověď na silné pasivní napnutí šlachy, které musí být vyšší než je nutné k podráždění svalového vřeténka. Jeho práh dráždivosti je vyšší a nelze ho měnit jako je tomu u svalového vřeténka. (Králíček, 2002; Véle, 2006)

Golgiho tělíska se nacházejí ve svalové šlaše, v těsné blízkosti spoje se svalem. Jedná se o vřetenovité útvary, které jsou sériově napojeny na 15 – 20 extrafuzálních svalových vláken. Každé tělísko se skládá z kolagenních vláken, která jsou uzavřena ve vazivovém obalu. Tato kolagenní vlákna jsou opřádána terminály senzorych vláken typu A alfa, které vstupují do tělíska v jeho centrální oblasti. „*Struktura Golgiho šlachového tělíska a jeho napojení na extrafuzální vlákna v sérii způsobují, že se při pasivním natažení svalu nebo jeho aktivní kontrakci kolagenní vlákna receptoru protáhnou a stisknou mezi nimi probíhající nervové terminály*“ (Králíček, 2002). Tento podnět způsobí vznik generátorového potenciálu, který při určité intenzitě odpálí akční potenciály na aferentním vlákně. Axon senzorych neuronu po vstupu do míchy vytváří tyto spojení:

- „*Přes inhibiční interneuron se napojuje na alfa motoneurony homonymního svalu a jeho synergistů*“ (Králíček, 2002).
- „*Přes excitační interneuron se napojuje na alfa motoneurony příslušných antagonistických svalů, tedy se zde uplatňuje mechanismus reciproční inervace*“ (Králíček, 2002).
- „*Prostřednictvím drah zadních provazců míšních a mediálního lemnisku se signál dále šíří do somatosenzorych kortexu a prostřednictvím*

spinocerebelárních drah a cuneocerebelárního traktu do mozečku“ (Králíček, 2002).

Citlivost šlachových tělísek je různá. Při pasivním natahování svalu, kdy se jedná pouze o mírné svalové protažení, tělíška nejsou příliš drážděna, dojde nejdříve k myotatickému reflexu. Teprve intenzivnější napnutí vyvolá obrácený myotatický reflex. Vysoká citlivost je prokázána při aktivní svalové kontrakci, kdy tělíško funguje jako jakýsi zpětnovazebný senzor regulačního obvodu, který kontroluje mechanické napětí svalu. (Králíček, 2002). *„Pokud při aktivní činnosti svalu vzroste jeho mechanická tense nad mez požadovanou se supraspinálních center, dojde činností tohoto systému k útlumu vzruchové aktivity alfa motoneuronů tohoto svalu a tím k poklesu jeho napětí nad požadovanou mez. Pokles svalového napětí má opačný efekt“ (Králíček, 2002).*

Informace z těchto receptorů jsou přenášeny do míchy a mozkového kmene. Napomáhají v koordinaci očí, hlavy a pohybů hlavy za účelem stabilizace zrakového systému a k udržení stoje a ke koordinovaným pohybovým vzorům. (Brody et Hall, 1999)

2.2.4.3 Význam reciproční inervace a reciproční inhibice

Reciproční inhibicí se rozumí, že činnost jedné svalové skupiny je spojena s relaxací antagonistické skupiny svalů. Neuronální mechanismus, kterým k tomuto dochází se nazývá reciproční inervací. Tyto mechanismy mají ve svém výsledku za cíl dokonalou souhru svalových skupin při pohybu, což umožňuje udržení vzpřímeného stoje a rovnováhy a rovněž i koordinovaný pohyb. (Králíček, 2002, Trojan, 2003) *„Tento reflexní děj je současně základním prvkem lokomoce“ (Trojan, 2003).*

2.2.4.4 Role propiocepce v motorické kontrole

Rozhodujícím prvkem pro efektivní řízení motorické kontroly jsou přesné sensorické informace, pocházející z vnitřního a vnějšího prostředí. Během cíleného chování musí být přijata "opatření", která zajišťují přizpůsobení

motorického programu změnám ve vnějším a vnitřním prostředí. Tyto vnější změny mohou být například nerovný povrch, vnitřní změny mohou být například změny těžiště při zvedání tělesa. Tato opatření jsou podnícena senzory spouštěči, které působí ve zpětnovazebném mechanismu (mechanoreceptory detekující pozměněný povrch) a „dopředném“ chování (předvídání změny těžiště po předchozích zkušenostech). Informace zasílané pomocí třech různých sensorických zdrojů (somatosenzorický, zrakový a vestibulární) obsahují určitou redundanci. Určité specifické role přiřazené k některému ze sensorických zdrojů zapříčiňují, že není možné plně nahradit výpadek jednoho ze zdrojů informace z ostatních dvou. Například proprioceptivní informace hrají zásadní roli ve schopnosti upravovat interní modely použité u dopředné kontroly, které jsou jen částečně kompenzovány zrakem. (Riemann et Lephart 2002 b)

Role motorické kontroly v sobě zahrnuje dvě kategorie. (Hasan et Stuart, 1988 in Riemann et Lephart 2002 b)

První, která má vztah k vnějšmu prostředí, musí často měnit programy a přizpůsobovat je neočekávaným změnám přicházejícím z vnějšmu prostředí. Ačkoliv zdroj těchto informací je často sdružován s vizuálními vstupy, je zde mnoho případů, ve kterých jsou proprioceptivní vstupy nejrychlejší a/nebo nejpresnější. (Ghez et al., 1991 in Riemann et Lephart 2002 b) Na příklad: osoba, která sleduje předmět, který chce zvednout, nemusí zaznamenat zrakem nerovnost povrchu po kterém přichází. Kromě změn v plantárních kožních receptorech, mohou svalové a kloubní receptory ohlásit změnu polohy hlezenního kloubu a stimulovat příslušné motorické programy. Tedy během plánování pohybu zrak slouží k vytvoření modelu prostředí, ve kterém bude pohyb prováděn, zatímco propriocepce je zásadní při provádění pohybu za účelem upřesnění příkazů zasílaných pomocí dopředné vazby ze zrakového vjemu. (Sainburg et al., 1995; Bard et al., 1995 in Hasan et Stuart, 1988 in Riemann et Lephart 2002 b)

Druhá kategorie rolí proprioceptivní informace, důležitá pro motorickou kontrolu, je plánování a modifikace vnitřně vytvořených příkazů. Před a během motorického příkazu kontrolní systém musí zvážit nynější a měnící se polohu kloubního zapojení s přihlédnutím ke komplexním mechanickým interakcím mezi jednotlivými komponenty muskuloskeletálního systému. (Hasan et Stuart, 1988 in

Riemann et Lephart 2002 b) Propriocepce nejlépe poskytuje potřebné informace o segmentovém pohybu a pozici, které předává motorickému kontrolnímu systému. V případě kloubu pohybujícím se v rozsahu 10° je třeba precizní svalové síly, která závisí na kloubním úhlu. Z tohoto je zřejmé, že určení síly, která má působit na kloub, je velice složité a stává se více důležité při komplexních pohybech ve více kloubech. Každou změnu kloubního úhlu doprovází i změna v mechanickém rozložení jednotlivých svalů ovládající kloub. Velké množství úkolů vyžaduje překrývající se pohyby několika kloubů. Motorický systém musí brát v potaz všechny tyto pohyby, které vznikají díky přímé svalové aktivaci, ale i nepřímo díky intersegmentální dynamice (působení pohybu jednoho kloubu na kloub jiný). Propriocepce dodává většinu informací potřebných k řešení těchto komplexních problémů. (Riemann et Lephart 2002 b)

2.2.4.5 Role propriocepce v sensomotorickém řízení funkční kloubní stability

Řízení motorické kontroly je dokonce i pro jednoduché úkoly „plastický“ proces, který prochází stálou kontrolou a modifikacemi na základě integrace a analýzy sensorických vstupů, eferentních motorických příkazů a výsledných pohybů. Hlavní roli v tomto procesu hrají proprioceptivní informace, vycházející z kloubů a svalových receptorů. Základ pro provedení všech motorických úkolů jsou jednotlivé výstupy z jednotlivých systémů, které směřují k přípravě, udržení a obnovení stability jak celého těla (posturální stability), tak i jednotlivých segmentů (kloubní stability). S ohledem na kloubní stabilitu, tak právě tyto činnosti reprezentují nervosvalovou kontrolu. (Riemann et Lephart 2002 b)

Kožní vnímání spolu s propriocepcí zprostředkovává nás vztah k prostoru prostřednictvím informací o kontaktu s tímto okolím. Kožní aference je vždy integrována s aferencí proprioceptivní. (Kolář et Olšanská, 1996). Integrací těchto vjemů vyvstává stereognostické vnímání, které je předpokladem pro každý účelový pohyb.

2.4.4.6 Role propriocepce kolenního kloubu

Proprioceptivní aference z kolenního kloubu se podílí na udržování výchozí polohy a na dynamické rovnováze kloubu. Na této proprioceptivní aferenci se nejvíce uplatňuje LCA, který obsahuje 1- 2 % Paccinoho, Ruffiniho a Golgiho tělísek a volných nervových zakončení, které se nacházejí v samotném vazuu, v jeho úponu na femur a tibií, v synoviální tekutině kloubu a v dalších anatomických strukturách kloubu.

Payr poprvé v roce 1927 definoval kinetický řetězec, který zajišťuje vzájemnou koordinaci mezi vazivovým a svalovým aparátem. Právě LCA s kloubním pouzdrem v něm mají zásadní roli, pro poskytování výrazné aferentní informace. Zároveň se LCA spolu s dalšími strukturami kolenního kloubu výrazně podílí na proprioceptivním zpětnovazebném mechanismu, který se uplatňuje k udržení stability a dynamické rovnováhy kloubu. Zásadním prvkem, který udržuje stabilitu kolenního kloubu, je správné rozložení svalového napětí a rychlá schopnost reagovat, tedy dobrá koordinace.

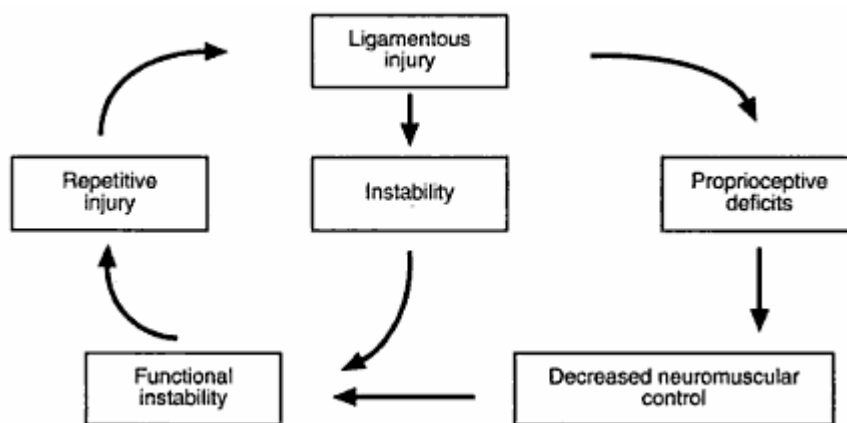
Jakýkoliv zásah do kloubních struktur se nejprve projeví na nervosvalové funkci, kterou je možné prezentovat na poškozeném LCA. Nedochozí zde jen ke snížení nebo až ke ztrátě aferentních podnětů z vazuu, ale i ke změně aferentních informací, pocházejících z okolních a neporušených struktur kloubu, které následně zhoršují svalovou aktivitu kolenního kloubu. (Pavlů et Novosádová, 2001)

2.2.4.7 Poranění měkkých struktur kolene

Stále se zvyšující incidence poranění měkkých struktur kolene si vyžádala několik studií, které poukazují na narušení nervosvalové kontroly dynamické stabilizace kloubu a její zpětnovazebné kontroly, jako na jeden z klíčových faktorů. „*U pacientů s poruchou měkkých struktur kolenního kloubu jsou pravidelně prokazovány poruchy koordinace a časování stabilizačních svalů, narušení vzorců aktivace, zpomalení reakčních časů, pomalejší dosažení optimálního momentu síly, narušení anticipačních mechanismů*“ (Mayer et Smékal, 2004). Tyto poruchy jsou nalézány i na doposud zdravé končetině. Jako další faktor zvyšující možnost poranění se jeví změna propriocepce, která má

úzký a obousměrný vztah ke změnám měkkých struktur kolene. Jakákoliv porucha struktury v kloubu změní aferentní proprioceptivní vnímání a tím se zhorší dynamická stabilizace kloubu. Porucha senzoričtých informací z kloubu zhoršuje jeho funkci, čímž se zvyšuje přetěžování struktur. Tento proces nadále podporuje patologickou proprioceptivní aferentaci, která opět prohlubuje riziko poranění. „U osob s poškozením LCA a po jeho operační rekonstrukci je prokázáno snížení multimodální aferentace až o 70 %“ (Mayer et Smékal, 2004).

Obrázek 2: Vliv porušených ligament na propriocepci a neuromuskulární kontrolu.



(<http://books.google.com/books?hl=cs&lr=&id=yT25tBsZbbYC&oi=fnd&pg=PR17&dq=+Sherrington+and+hos+definition+of+proprioception&ots=Pl6fE-SYN5&sig=wST3b0IMpvxFRsUMRAzk-nbH3RA#v=onepage&q&f=false>)

Jedním z nejdůležitějších faktorů, které se podílejí na poranění LCA, je časové rozložení stabilizace v postero – anteriorním a medio – laterálním směru v situacích, jako je stojná fáze cyklu chůze, doskok a korekce silových momentů, které působí posun tibie směrem dopředu. Během těchto okolností je potřeba dynamicky podporovat funkci LCA. Toho se nejdříve zúčastní svojí aktivací ischiokrurální svalstvo, poté mm. vasti a nakonec mm. gastrocnemii. Pro efektivní stabilizaci je navíc potřeba vyvážené aktivace mezi semisvaly a m. biceps femoris, ve prospěch semisvalů. Výraznější „předběhnutí“ m. biceps femoris destabilizuje kolenní kloub vůči silám vnitřně rotující femur oproti tibi,

což nastává během dlouhodobé insuficience LCA. V poslední řadě se na dynamické stabilizaci uplatňuje správně rozložená koaktivace mezi mm. gastrocnaemii, které stahují femur dorzálně oproti tibii a mm. vasti. „*Předčasná a nadměrná aktivace m. quadriceps oproti mm. gastrocnaemii představuje další rizikový faktor pro poškození LCA*“ (Kvist et Gillquist, 2002 in Mayer et Smékal, 2004).

Obrázek 3: Faktory dynamické podpory funkce LCA

Vyvážení aktivačních vzorců – optimalizace časování a velikosti momentu síly
- mezi hamstringy a mm. vasti (preaktivace hamstringů)
- mezi laterálními a mediálními hamstringy
- mezi m. vastus medialis a m. vastus lateralis
- mezi m. quadriceps a mm. gastrocnaemii

(Mayer et Smékal, 2004)

2.3 Zrakový aparát

Zrakový aparát poskytuje informace o pozici hlavy ve vztahu k okolí a orientuje hlavu k udržení určitého úrovně pohledu. Zároveň výrazně přispívá k postavení hlavy a krku. Podává informace o pohybech objektů v okolí a tím poskytuje informace o rychlosti pohybu.

Informace vstupující do zrakového aparátu, cestují skrz nervus opticus do nucleus geniculate laterale thalamu, dále do colliculus superior a skrz několik vláken do nucleoli olivares inferior.

Nucleus geniculate laterale přijímá největší podíl zrakové projekce a je to první centrum, kde jsou informace z retiny reprezentovány. Odtud neurony promítají do primární zrakové kůry v okcipitálním laloku, do Brodmanovy arey 17. (Brody et Hall, 1999)

3 Úrazy na dolních končetinách, propiocepce a rovnováha

Riziko pro poranění dolní končetiny je spojováno se dvěma faktory. Jsou to vnější a vnitřní.

3.1 Vnější rizikové faktory

Do této kategorie rizikových faktorů se řadí dovednostní úroveň, kde při výzkumu Peterson (in Murphy et al, 2003) zjistil, že mladí hráči s nízkou úrovní dovedností mají dvakrát zvýšený výskyt všech úrazů ve skupině ve srovnání s více kvalifikovanými sportovci. Více než 79% všech úrazů bylo na dolní končetině, a více než polovina všech úrazů byla trvalá.

Vliv typu obuvi na úrazy dolní končetiny, především na kotník je sporný. Milgrom a Barrett (in Murphy et al, 2003) nenalezli žádný vztah mezi úrazem kotníku a typem boty. Zatímco McKay (in Murphy et al, 2003) našel více než čtyřikrát vyšší výskyt zranění kotníku u nevhodně zvolených bot.

Hrací plocha je prokázána jako jeden z rizikových faktorů. Hraní na umělém trávníku zvyšuje výskyt úrazů kolene a kotníku. Příčina je dána nejen tuhostí povrchu, který ovlivňuje dopad síly a může vést k přetížení tkání jako jsou kosti, chrupavky, svaly, šlachy a vazy, ale také větší třecí silou, která je nezbytná pro rychlé spuštění a zastavení pohybu.

3.2 Vnitřní rizikové faktory

Se stoupajícím věkem se zvyšuje výskyt poranění, který je zapříčiněn osteoporotickými změnami.

Studie, provedená na norských házenkářích prokázala, že poškození předního zkříženého vazů postihovalo především ženy až 5krát častěji než muže. Z další proběhlé studie vychází, že muži mají trojnásobně vyšší riziko poranění vazů v kotníku, s porovnáním s ženami, které mají trojnásobně vyšší riziko poranění kolene v porovnání s muži.

Dle Bearda et al. (1993) je deficit předního zkříženého vazů častou příčinou invalidity mladých pacientů, kdy mechanická nestabilita umožňuje subluxaci tibie

a femuru směrem vpřed a poškozují tím dále funkci kolenního kloubu. Jak uvádí, propiocepce se skládá ze statického uvědomění si kloubního postavení, kinestetického uvědomění si, které zahrnuje detekci pohybu a jeho zrychlení, a v poslední řadě z uzavřené smyčky eferentní činnosti, která je potřebná pro reflexní reakce a regulaci svalového napětí.

Předchozí zranění a nedostatečná rehabilitace mají vliv na opakování se zranění. Důvodem toho by mohla být porucha propiocepce a s ní spojená funkční nestabilita, což bylo zjištěno zejména na poranění předního zkříženého vazy. Jako další příčina se jeví snížená svalová síla, vazivová laxicitá, snížený rozsah pohybu a přítomnost jizevnaté tkáně.

Jako další rizikový faktor podílející se na zranění je únava, a to proto, že většina atletů následně mění vzorce svalové aktivity. Tato změna nábory může změnit rozložení sil, které působí na kloubní, vazivové a svalové struktury.

Velikost těla byla vzhledem k úrazům zkoumána z hlediska výšky, hmotnosti, množství svalové hmoty, tělesného tuku a hodnoty body mass index. Všechny výše jmenované proměnné je nutné brát jako rizikový faktor při vzniku zranění. Příčina tkví v tom, že zvýšení jakéhokoliv z uvedených prvků způsobí proporcionální růst sil, které působí na kloub, ligamenta a svalové struktury.

Končetinová preference je řazena jako další článek podílející se na úrazu dolní končetiny. U některých sportů může dominantní končetina zvyšovat riziko úrazů, protože je primárně užívaná jako dynamický článek pohybu. Nicméně vztah mezi dominantní/dynamickou a nedominantní/stabilizační končetinou vůči úrazu je značně kontroverzní.

Flexibilita je určena geometrií kloubních ploch. Dále se na ní uplatňují vazy, ligamenta, šlachy a volnost kloubního pouzdra. Dá se očekávat, že existuje spojení mezi zvýšenou flexibilitou a incidencí k zranění. Bohužel zatím však neexistuje žádný jednotný a průkazný systém pro měření obecné laxicity, laxicity daného kloubu, pevnosti svalu a ROM („range of movement“/rozsah pohybu). Generalizovaná hypermobilita byla prokázána jako rizikový faktor úrazů. Výzkum prováděl Ostberg a Roos (in Murphy et al, 2003), kteří zjistili, že sportovci, kteří mají index flexibility na Beightonově stupnici vyšší než 4, jsou 5krát více

ohrožení úrazem než ti, kdo mají skóre nižší. Naopak jsou studie, které toto zjištění popírají.

Vztah mezi laxitou kolenního kloubu a jejím poraněním byl spojen zejména se zvýšenou mediální kloubní laxitou prokázanou na základě klinického vyšetření. Ekstrand a Gillquist (in Murphy et al, 2003) navíc zjistili závislost mezi poraněním kolenního kloubu a jeho vyšší laxitou spojenou s varozitou/valgozitou. Teorie týkající se vlivu volnosti kotníku na jeho poranění se rozcházejí. Například Beynnon (in Murphy et al, 2003) udává spojitost mezi zvýšeným sklonem talu a incidencí poranění, které zkoumal na mužském fotbalovém týmu. Toto se mu ale nepodařilo prokázat na týmu ženského pohlaví.

Krivickas a Feinberg (in Murphy et al, 2003) vypracovali měřítko na posouzení svalového napětí flexorů kyčle, hamstringů, m. quadriceps a m. gastrocnemius, které aplikovali na studii poranění dolních končetin. Z výsledků se dá usuzovat, že zvýšené napětí svalů u žen nebylo rizikové pro poranění dolní končetiny, kdežto u mužů značně riziko zvyšovalo. Na příklad, zvýšené napětí m. gastrocnemius ohrožuje funkci Achillovy šlachy.

Rozsah pohybu se taktéž uplatňuje na zvýšeném riziku poranění dolní končetiny, kotníku nebo kolena. Dle Södermana (in Murphy et al, 2003) je pro ženy riziková hyperextenze v koleni více než 10° , dle Beynnona (in Murphy et al, 2003) zvětšená everze u žen zvyšuje četnost výronů v kotníku a dle Kaufmana (in Murphy et al, 2003) je inverze riziková z hlediska zánětu Achillovy šlachy.

Snížená svalová síla, nerovnováha a zvýšená reakční doba jsou dalšími rizikovými faktory pro poranění kotníku nebo kolene. U sportovců s trvalým poškozením kotníku byl naměřen nízký poměr dorsální flexe k plantární a vyšší poměr z everze do inverze. Soderman (in Murphy et al, 2003) popsal snížení poměru hamstringů k síle m. quadriceps jako jeden z faktorů traumatického poranění na dolní končetině a zvýšení poměru hamstringů ke quadricepsu jako riskantní faktor pro poranění z nadužívání.

Svalová reakční doba je časový interval mezi vychýlením kloubu z klidové polohy a svalovou aktivací. Beynnon (in Murphy et al, 2003) zjistil, že časová prodleva mezi vychýlením z dorsiflexe a aktivací m. tibialis anterior a m. gastrocnemius, a mezi vychýlením z inverze a aktivací m. fibularis brevis, m.

fibularis longus a m. tibialis anterior nejsou rizikem pro poranění kotníku. Bylo ale pozorováno zkrácení gastrocnemického reakčního času a prodloužené reakce m. tibialis anterior na vychýlení z dorzální flexe u žen, které trpěly zraněním kotníku. Protože nejčastější zranění kotníku je při pohybu směrem do plantární flexe a inverze, může se zkrácení reakčního času m. gastrocnemius u žen považovat jako incidence pro zranění kotníku

Plocha fyziologického průřezu svalu je proporcionální k maximální síle, kterou dokáže vyvinout. Z tohoto důvodu se obvod končetiny stal jeden z potencionálních rizikových faktorů při úrazech dolní končetiny a to převážně díky stabilizačnímu charakteru, který sval na kloub má. Studie, které se zabývaly vlivem obvodu končetiny na poranění zjistily spojitost mezi oběma články, avšak se liší v přesném místě měření obvodu končetiny a pohlaví. Rozdíly byly také v obvodech končetin v důsledku rozdílné svalové hmoty, tělesného tuku a kostní geometrie, proto interpretace těchto dat je složitá. Bennell (in Murphy et al, 2003) se pokusil tento problém vyřešit odečtením kožní řasy z celkového obvodu končetiny. Nicméně k měření je zapotřebí, aby byl obvod měřen vždy ve stejné vzdálenosti od určitého orientačního anatomického bodu, čehož je obtížné dosáhnout bez použití RTG techniky. Takové studie zatím však provedeny nebyly.

Schopnost atletů ovládat jejich těžiště získalo pozornost jako jeden z potencionálních rizikových faktorů podílejících se na úrazu dolní končetiny. To hlavně díky tomu, že porušení posturální stability je asociováno s pozměněnou neuromuskulární strategií, se zvýšeným působením intersegmentálních kloubních sil a s tím korespondující zvýšené působení sil na klouby, ligamenta a svalové struktury. McGuine (in Murphy et al, 2003) se ve své studii zaměřil na vztah mezi porušenou rovnováhou a poraněním kotníku, které pozoroval na týmu vysokoškolských basketbalistů. Ti, kteří měli zvýšené posturální výchylky, měli sedminásobný nárůst distorze kotníku ve srovnání s těmi, kteří dobře udržovali rovnováhu.

Mezisegmentální kloubní síly a struktury, na které působí (například artikulární povrchy, ligamenta a svaly) jsou ovlivněny anatomickým uspořádáním kloubů a kostry. Z tohoto důvodu je anatomickému uspořádání kyčle, kolene a

kotníku věnována zvýšená pozornost jako potencionálnímu rizikovému faktoru u zranění dolních končetin.

LaPrade a Burnett (in Murphy et al, 2003) zkoumali spojení mezi šířkou interkondylárního femurálního zářezu a přetížení LCA u 213 sportujících studentů. Při tomto pozorování byl zjištěn podstatný rozdíl u indexu poměru zářezu mezi zraněnou a nezraněnou skupinou. Tyto dvě studie ukazují, že snížená délka zářezu je rizikovým faktorem pro zranění LCA. Přesto není jasné zda je toto způsobeno zmenšením LCA a s tím spojeným ztenčením materiálu nebo je to přímý následek redukce šířky štěrbiny.

Dahle (in Murphy et al, 2003) prokázal spojení mezi typem chodidla a četností zranění kolene u 55 atletů. U pacientů s pronovaným nebo supinovaným typem chodidla bylo pozorováno vyšší riziko vzniku bolesti kolene. Spojení mezi vznikem bolesti kotníku a typem chodidla však prokázána nebyla.

3.3 Propriocepce

Barrack et al. (1989), Barrett et al. (1991), Corrigan et al. (1992): Beard et al. se pokusili nepřímo změřit proprioceptivní schopnost kloubu při poraněném LCA přes protektivní schopnost hamstringů, jakožto jeho agonistů, kde by byla jejich reflexní kontrakce zpomalena. Do studie bylo zařazeno 30 pacientů s rupturou LCA, kteří udávali kloubní nestabilitu a 20 zdravých jedinců za účelem ověření hypotézy. Výsledkem bylo, že u 29 z 30 pacientů hamstringy reagovaly se zpožděním na vychylování. Toto bylo ověřeno jak na zdravé končetině pacientů, tak i na kontrolní části probandů.

Studie prokázala, že reflexní odpověď zodpovědná za kontrolovaný pasivní pohyb je podstatně pomalejší u nedávno zraněných subjektů s LCA deficitem kolene v porovnání s reflexem zdravého kolene nebo kontrolní skupiny. Tato odpověď svalů závisí na aferentních signálech, které pocházejí ze svalových receptorů a také na výchozí úrovni svalového napětí. V důsledku ztráty proprioceptivních receptorů v kloubu může tedy dojít ke zpomalení reflexní svalové aktivity. (Corrigan et al., 1992 in Beard et al., 1993)

Dle Smékala, Kaliny a Urbana (2006) mnozí autoři prokazují poruchu propriocepce po úrazech spojených s poruchou LCA. Tato porucha se projeví ve sníženém vnímání polohocitu v kolenním kloubu (Carter et al., 1997 in Smékal et al., 2006), ale i zhoršenou stabilitou při stožení na poraněné dolní končetině. Vztah porušené propriocepce úzce souvisí se stavem měkkých struktur v blízkosti kolenního kloubu, kdy zhoršuje kontrolu dynamické stabilizace kloubu. (Smékal 2006)

Několik studií bylo prováděno pomocí „Hop“ / poskokového testu, při kterém byla měřena vzdálenost doskoku na jednu dolní končetinu. Pro objektivitu výsledků byla zkouška u jedince porovnávána u obou dolních končetin, tedy u zdravé i poraněné končetiny. Tímto testem se hodnotila síla a stabilita kolenního kloubu.

Friden a Tegner (in Irrang et al., 1994) objevili podstatné rozdíly během poskokového testu u subjektů s LCA deficitem ve srovnání se subjekty bez tohoto deficitu. (Irrang et al., 1994)

Gauffin a Tropp (Irrang et al., 1994) využívali k měření pohybových vzorců subjektů s porušeným LCA během skoku na jedné končetině synchronizovaných výsledků z EMG a silové plochy. Prokázalo se, že se během provádění testu na poraněné končetině aktivují jiné pohybové vzory než u zdravé končetiny. (Irrang et al., 1994)

Friden (Irrang et al., 1994) zkoumal 19 subjektů s chronickým deficitem LCA, přičemž se u všech projevilo časté podlamování kolene. Během měření se srovnávaly hodnoty mezi zraněnou a zdravou dolní končetinou téhož jedince a navíc ve srovnání s 55 člennou skupinou, která nevykazovala žádná zranění muskuloskeletálního aparátu dolních končetin a dosahovala srovnatelného stupně fyzické aktivity jako skupina s deficitem LCA. K měření pohybu ve frontální rovině při stožení na jedné končetině byla použita silová plocha. Mezi měřené parametry patřily: absolutní hodnota výchylky, rozptyl hodnot, průměrná rychlost oscilace ve frontální rovině a počet oscilací přesahujících 5 a 10 mm. Ve výsledku

nebyly objeveny žádné uspokojivé rozdíly mezi zraněnou a nezraněnou končetinou, avšak ve srovnání s referenční skupinou byly objeveny značné rozdíly měřených parametrů. Nedostatek rozdílu mezi zdravou a zraněnou končetinou může být způsoben tím, že posturální výchylka byla měřena pouze ve frontální rovině, kdežto u subjektů s deficitem LCA se očekává zvýšená odchylka v sagitální rovině. (Irrang et al., 1994)

4 Biodex Balance Systém

Pomocí tohoto zařízení je možno posoudit neuromuskulární kontrolu změřením schopnosti udržet dynamicky oboustrannou i jednostrannou posturální stabilitu na nestabilním povrchu, stejně jako dynamické meze stability. Přístroj lze také použít na výcvik motorické schopnosti, která může poskytnout určitý stupeň náhrady za postižené propioceptivní mechanismy po zranění.

4.1 Dynamický test stability

Během testování a také při tréninku je nutné, aby se těžiště pacienta promítalo do středu platformy. K udržení správné pozice i při testování opačné dolní končetiny slouží označená mřížka na povrchu pohyblivé plošiny.

Testovat je možné obě dolní končetiny zároveň nebo jednotlivě. Možné je rovněž měření s otevřenýma i zavřenýma očima. Každé testování se skládá ze třech opakování, která se následně zprůměrují a vyhodnotí.

Ve výsledku se hodnotí schopnost pacienta udržovat těžiště a jeho rozsah výchylek všemi směry, který je dán rozptylem od centra při naklonění platformy. Rozsah výchylek se v grafickém znázornění hodnotí pomocí terče rozděleného do čtyř kvadrantů s označením pravolevého nebo předozadního zatížení a s písmeny od centra do periferie. Písmeno A udává výchylku od středu, tedy náklon plošiny, do 5°, B 6° až 10°, C 11° až 15°, D 16° až 20° (viz příloha č. 4). Výsledný „overall balance index“ reprezentuje schopnost pacienta kontrolovat jeho rovnováhu všemi směry, anterior / posterior index reprezentuje přední a zadní směr a medial / lateral index poukazuje na schopnost kontroly do stran. Vysoké hodnoty svědčí o špatné nervosvalové kontrole. Směrodatná odchylka (Standard deviation) určuje rozptyl naměřených hodnot a určuje reprezentativnost měření. Nízká odchylka naznačuje, že pacient dosáhl u všech třech měření obdobných hodnot. Vysoká odchylka oproti tomu naznačuje velké výkyvy mezi naměřenými hodnotami. Při vysoké odchylce se doporučuje opakování měření.

Vyšetřovat lze také pomocí dynamického srovnávacího testu (Dynamic comparative test), který procentuálně srovnává rozdíl mezi pravou a levou končetinou. Procentuální rozdíl mezi 0 –10 % neudává závažný rozdíl mezi

končetinami, 11 – 25 % poukazuje na sníženou stabilitu a rozdíl větší než 25 % znamená poruchu funkce.

4.2 Testování limitů stability

Tento test vyzývá pacienta ke kontrolovanému posunu těžiště na nestabilní ploše, kdy se postupně snaží zacílit osm jednotlivých čtverců kolem jednoho centrálního. Dobrovolník při tomto testování musí prokázat přiměřenou neuromuskulární kontrolu a udržet kurzor uprostřed blikajícího čtverce po dobu minimálně 0,25 sekund. Snížená kontrola těžiště může poukazovat na sníženou svalovou sílu, poruchu propiocepce, poruchu vestibulárního aparátu nebo zraku.

Čtverce umístěné v horní části testovacího pole reprezentují anteriorní, anteromediální a anterolaterální limit stability, čtverce umístěné vlevo a vpravo od centra testují limit stability mediálně a laterálně. Čtverce, které jsou uloženy v dolní části pole reprezentují posteriorní, posteromediální a posterolaterální limit stability, což je maximální úhel sklonu těla bez ztráty stability. U zdravého člověka je tento sklon dopředu 8°, dozadu 4°, doprava / doleva 8°, anteromediálně / anterolaterálně 8° a posteromediálně / posterolaterálně 6°. Testoval lze i v nižších stupních stability, a to buď v modus easy, který odpovídá 50 % schopnosti zdravého člověka. Pak je zde maximální úhel sklonu dopředu 4°, dozadu 2°, doprava / doleva 4°, anteromediálně / anterolaterálně 4°, posteromediálně / posterolaterálně 3°. Modus moderate odpovídá 75 %, tedy sklon dopředu odpovídá 6°, dozadu 3°, doprava / doleva 6°, anteromediálně / anterolaterálně 6°, posteromediálně / posterolaterálně 4,5° (viz. příloha č. 1).

Možné je i nastavení tuhosti platformy ve stupnici od jedné do osmi, kde stupeň osm signalizuje nejvyšší tuhost a nejmenší náročnost pro pacienta. Stupeň jedna disponuje nejnižší tuhostí a nejtěžším ovládním pohyblivé plošiny.

Skóre se počítá jako poměr vzdálenosti centrálního bodu k měřenému bodu ku délce křivky opsané pacientem při pohybu k bodu (viz příloha č. 3). Skóre je udáváno v procentech, proto se poměr násobí koeficientem sto. Z tohoto je patrné, že například výsledné skóre 50 % indikuje že pacient potřeboval dvojnásobnou vzdálenost k dosažení cíle, než by byla vzdálenost optimální.

Následné celkové skóre testu, tzv. overall je dáno součtem výsledných hodnot jednotlivých testů vydělených počtem testů, tedy číslem osm.

I při tomto vyšetření je nutná správná výchozí pozice pacienta a rovněž se dají testovat obě dolní končetiny zároveň nebo jednotlivě.

5 Metodika senzomotorické stimulace

Metodika senzomotorické stimulace vychází z koncepce o dvou stupních motorického učení (Janda et Vávrová, 1992) První stupeň je charakterizovaný jako pokus dosáhnout nového pohybového výkonu a vypracovat základní motorický program. Během tohoto procesu se významně uplatňuje mozková kůra, převážně frontální a parietální lalok. Učení se na kortikální úrovni je však velice náročné, proto se centrální nervový systém snaží, alespoň při základní úrovni provedení pohybu, přesunout řízení na nižší podkorová centra. Tento druhý stupeň učení není již tak únavný ani časově náročný, avšak po zafixování provedení určitého pohybu se tento stereotyp špatně odbourává.

Technika využívá stimulace aferentních drah za účelem aktivace drah eferentních. *„Z hlediska aference hrají vedle kožních receptorů důležitou roli pro vzpřímené držení těla a rovnováhu receptory z oblasti chodidla, pánve a šíše“* (Haladová et al. 2007).

Příznivé ovlivnění propiocepce na plosce nohy zlepšuje stabilitu těla, propiocepce z oblasti pánve ovlivňuje svalové napětí a též stabilitu. Velké množství propioceptorů v šíjových svalech jim dává status svalů udržujících rovnováhu než svalů zajišťujících pohyb. Zároveň se aktivuje i spinocerebellovestibulární dráha, která se podílí na regulaci stoje a provádění koordinovaných pohybů. Vedle koordinace má zásadní podíl i rychlost aktivace svalových skupin a reaktabilita, která zajišťuje svalovou kloubní ochranu. *„Cvičením dochází současně k aktivaci utlumených svalů, lepší koordinaci, k rychlejšímu nástupu svalové kontrakce, k rychlejší a lepší automatizaci pohybových stereotypů a současně také ke zlepšení rozsahu kloubní pohyblivosti“* (Haladová et al. 2007).

Cílem senzomotorické stimulace je aktivace žádaných svalů, aby pohyby nebo pracovní úkony nevyžadovaly výraznější kortikální kontrolu. Pouze dosažení subkortikální úrovně zajistí, že potřebné svaly budou aktivovány v potřebné míře a v časovém úseku tak, že pohybová činnost bude ekonomická a že zatížení kloubů a jejich struktur bude udrženo ve fyziologických mezích . (Janda et Vávrová, 1992; Pavlů, 2003; Haladová et al., 2007)

5.1 Indikace senzomotorické stimulace

Indikací metody senzomotorické stimulace jsou nestabilní kotník či koleno, nedostatečná fixace pánevního svalstva, mozečkové a vestibulární poruchy, poruchy hlubokého čítí, chronické vertebrogenní syndromy a vadné držení těla. Kontraindikací jsou bolestivé poúrazové stavy, akutní vertebrogenní syndrom, úplná ztráta povrchového a hlubokého čítí. (Pavlů, 2003; Haladová et al. 2007)

5.2 Chůze na balančních sandálech

Z počátku je cílem naučit pacienta správného držení těla a postavení chodidel při chůzi na místě s oporou. Chodidla jsou k sobě paralelně na šířku kyčlí, prsty se nezvedají ani nepokrčují a podrážka bot musí být vodorovně s povrchem. Pacient zpevní pánev aktivitou břišních a hýžd'ových svalů a provádí rychlé kroky, kdy pohyb vychází pouze z kolenou a kyčlí. Při tom musí kontrolovat, aby se pánev nevychylovala do stran, tedy, aby spojnice kyčelních kloubů zůstávala vodorovně. (Kolář et al., 2009)

V druhé fázi se pacient učí chůzi vpřed za pomoci fyzioterapeuta. Do další fáze pacient vstupuje již samostatnou chůzí s dodržováním všech postupů, které se naučil zpočátku. Složitější modifikací je chůze vzad a do stran, které pacient může trénovat, jakmile dokonale zvládne chůzi vpřed. (Janda et Vávrová, 1992)

Nejčastější chyby jsou nadzvedávání prstů, vytáčení chodidel, nadzvedávání pánve na straně náročné končetiny, nedokonalá fixace pánve, špatné držení těla a příliš velká délka kroku. (Janda et Vávrová, 1992)

Trénink je třeba rozdělit po několika minutách do celého dne, aby se dostavil očekávaný efekt. „*Pomocí povrchové elektromyografie bylo prokázáno, že týdenní chůze na balančních sandálech urychluje schopnost svalu dosáhnout maximální kontrakci přibližně dvakrát*“ (Janda et Bullock, 1992 in Janda et Vávrová, 1992).

5.3 Studie vlivu metodiky senzomotorické stimulace na porušený LCA

Vliv senzomotorické stimulace na zlepšení aferentní signalizace dokazuje průzkum prováděný na 14 pacientech po autologní transplantaci štěpu nefunkčního LCA, kteří byli rozděleni na skupinu experimentální a kontrolní. Experimentální skupina měla kromě standardního fyzioterapeutického programu zařazené prvky senzomotorické stimulace po dobu čtyř týdnů. Následné zhodnocení obou skupin prokázalo, že probandi z experimentální skupiny měli větší podíl svalové hmoty, větší nárůst svalové síly extenzorů kolenního kloubu, lepší vnímání taktilního čítí z chodidla a výrazné zlepšení polohocitu operované končetiny. (Pavlů et Novosádová, 2001)

Ihara a Nakayama (1986) provedli studii, která evidovala, že zlepšení dynamické stability kolene je možné rehabilitací zaměřenou na senzomotorickou stimulaci. (Ihara et Nakayama, 1986 in Beard et al., 1993) Tato teorie byla zkoumána u pacientů s dlouhodobým deficitem LCA, kteří vyvíjeli rychlejší kontrakci homolaterálních hamstringů během chůze. (Branch et al., 1989; Kalund et al., 1990; Sinkjaer et Arendt-Nielsen, 1991 in Bear et al., 1993)

6 Praktická část

6.1 Cíl práce

Cílem této práce je sledování souboru tří probandů po úraze na jedné dolní končetině s následnou nestabilitou stoje a vlivu chůze na balančních sandálech na porušenou stabilitu stoje poúrazové končetiny.

6.2 Hypotéza

Chůze na balančních sandálech příznivě ovlivňuje stabilitu stoje.

6.3 Charakteristika souboru

Pro praktickou část práce byli vybráni celkem 3 dobrovolníci ve věku od 23 do 28 let. Z toho 2 ženy a jeden muž. Kritériem pro výběr byl v minulosti úraz na dolní končetině, s dosavadní subjektivní nestabilitou při stoji na jedné dolní končetině, vyloučení poruchy vestibulárního aparátu či mozečkové léze a ochota dodržovat cvičební plán.

6.4 Postup práce a použitá metodika

6.4.1 Průběh měření

1. Vyšetření limitu stability

Vyšetření bylo prováděno při nastavení obtížnosti easy, což odpovídá 50 % schopnosti zdravého člověka, a tuhosti osm, což reprezentuje nejvyšší tuhost pohyblivé plošiny.

2. Dynamický test stability

Cílem tohoto testu je udržet těžiště probanda ve středu labilní plošiny s otevřenými a zavřenými očima. Nižší hodnota pro každou končetinu znamená nižší výchylku od středu a tím i stabilnější postoj. K testování je použit Dynamic comparative test, který porovnává získaná data od obou dolních končetin a rozdíl vyjadřuje v procentech. Procentuální rozdíl je vztažen k poraněné končetině.

6.4.2 Průběh cvičebního plánu

0. týden

Testování probandů na posturografu Balance Biodex Index, přesněji testování Limitů stability a Dynamický test stability. Dobrovolníci dostali k zapůjčení balanční sandály a byli instruováni o chůzi na nich.

1. až 3. týden

V tomto období dobrovolníci vykonávali chůzi na balančních sandálech.

3. týden

Po třetím týdnu chůze na balančních sandálech byl trénink ukončen. Bylo provedeno měření se zhodnocením jejich vlivu na stabilitu stoje.

4. týden

V tomto týdnu bylo provedené další měření, které mělo prokázat, jak dlouho vliv chůze na balančních sandálech přetrvává a jestli se stabilita snížila.

6.4.3 Cvičební jednotka

Trénink byl rozdělen do několika cvičebních jednotek, trvajících přibližně 15 sekund zasazených do celého dne, tak aby celková doba strávená chůzí byla kolem 15 minut.

1. týden

Proband se učí chůzi na balančních sandálech s oporou. Důraz je kladen na správné provedení: chodidla vůči sobě musí být paralelně na šířku kyčlí a podrážka bot vodorovně s povrchem. Až toto zvládne, vydá se sám do prostoru.

2. až 3. týden

Proband zdokonaluje chůzi na balančních sandálech a postupně přidává složitější prvky, jako je chůze do stran a chůze vzad. Zároveň se i zvyšuje doba chůze na sandálech.

6.5 Kasuistiky

6.5.1 Proband 1

Pohlaví: Žena

Věk: 23 let

Osobní anamnéza- Úrazy a operace: Dobrovolník ve 13 letech utrpěl luxaci patelly pravého kolene s poraněním předního zkříženého vazů. Od té doby se luxace čtyřikrát opakovaly. Úraz byl vždy zaléčen konzervativně přiložením sádrové dlahy nebo nechodící ortézy na čtyři týdny. Poté následovala rehabilitace, jejímž cílem bylo navrátit fyziologický rozsah pohybu kolenního kloubu a posílení m. quadriceps femoris. Proband udává bolesti v koleni při zvýšené námaze, což pro něho je několikahodinová chůze a dlouhá jízda na kole. Bolesti se rovněž objevují i během chůze do schodů nebo vlivem špatného došlapu, což dobrovolníka velmi omezuje.

Pracovní anamnéza: Student

Sport: Proband na každý sport nosí ortézu. Aktivně sportuje 1 krát až 2 krát týdně, kdy preferuje jumping, jízdu na kole, chůzi a příležitostně aerobic.

Vstupní klinické vyšetření:

Svalový test	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	4 +	5
hamstringy	5	5
m. gastrocnemius	5	5

Vyš. Zkrácených svalů	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	1	0
hamstringy	1	1
m. tensor fasciae latae	0	0
m. triceps surae	0	0

Goniometrie	Pravá DK	Levá DK
Flexe	120°	130°
Extenze	+ 10°	0°

Obvody	Pravá DK	Levá DK
Obvod kolene	37 cm	37 cm
Obvod stehna	39 cm	39 cm
Obvod lýtky	43 cm	43,5 cm

Stabilita stoje	
Postoj I. (mírné rozkročení a otevřené oči)	stabilní
Postoj II. (snožný s otevřenýma očima)	stabilní
Postoj III. (snožný se zavřenýma očima)	zvýšená hra prstů

- Při stoji na pravé dolní končetině s otevřenýma očima je klidný stoj přítomen 1,5 minuty. Poté nastupuje zvýšená hra prstů a výchylky, které jsou převážně laterálním směrem. Test je ukončen po 2, 2 min z důvodu zvýšeného rizika pádu. Při stoji na levé končetině je klidný stoj přítomen 2,5 min, poté nastupují výchylky, které jsou všemi směry a stoj je ukončen po 3,1 minutách pro únavu končetiny.
- Při stoji na pravé dolní končetině se zavřenýma očima není možno klidného stoje. Od počátku je přítomna zvýšená hra prstů a výchylky mediolaterálním směrem. Stoj je možný pouhých 6 sekund. Při stoji na levé dolní končetině jsou výchylky přítomny od samotného počátku stoje, avšak dobrovolník pozici udrží po dobu 1,2 min.
- U pravé končetiny je přítomný mírně oslabený pravý m. vastus medialis.
- Při stoji na dvou vahách je pravá končetina zatížena 28 kg, levá 30 kg.
- V pravém kolenním kloubu jsou přítomny vrzoty, patella je rozvolněná laterálním směrem, mírně bolestivá. Končetina má změněnou konfiguraci, ve smyslu mírné varozity v kolenním kloubu.
- Otok není přítomen.
- Na obou dolních končetinách je přítomna snížená podélná i příčná klenba, která je korigována ortopedickými vložkami. Bez nich nastupuje bolestivost v pravé plosce nohy.
- Test přední kolenní zásuvky je na pravé končetině pozitivní.

Vstupní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	14	29	100
Dopředu:	19	28	100
Dozadu:	19	18	100
Doprava:	15	34	100
Doleva:	6	33	100
Dopředu doprava:	23	30	100
Dopředu doleva:	9	33	100
Dozadu doprava:	13	36	100
Dozadu doleva:	10	25	100
Čas k provedení testu:	108 s	70 s	----

Největším problémem je pro probanda na poraněné dolní končetině pohyb doleva a dopředu doleva. Příčina by mohla být dána anatomickým uspořádáním LCA, který je v tomto případě porušen. Protože testovaná, pravá končetina musela během těchto dvou pohybů vykonávat posun přes střední osu, mohla se tedy zároveň uplatnit i mírná atrofie m. vastus medialis. Z pravděpodobně porušené neuromuskulární kontroly je čas, kterého bylo zapotřebí k dosažení testu o 38 s delší než u zdravé končetiny.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	16 %	1,8	0,5	1,5	0,4
Předozadní index	0 %	1,4	0,7	1,4	0,5
Medio-laterální index	25 %	1,2	1,6	0,9	0,3

V celkovém indexu, který hodnotí schopnost pacienta udržovat rovnováhu všemi směry, je procentuální rozdíl pro pravou dolní končetinu oproti levé 16%, což spadá do kategorie snížené rovnováhy. Předozadní index vykazuje nulový rozdíl, takže kontrola rovnováhy dopředu a dozadu je u obou dolních končetin stejná.

Kontrola rovnováhy do stran je u pravé dolní končetiny o 25% horší, což signalizuje poruchu funkce. Na ní se může podílet volnost kloubních struktur,

kteře mohly bŕt naruřeny bĕhem luxace patelly a/nebo dysfunkce LCA ěi porucha propriocepce s nŕ spojenŕ. Samotnŕ pacient se v tĕchto pozicŕch cŕtŕ nejistŕ.

Vŕsledky z Dynamic comparative test se zavřenyĕma oěima

	Procentuŕlnŕ rozdŕl	Pravŕ DK	Smĕrodatnŕ odchylka	Levŕ DK	Smĕrodatnŕ odchylka
Celkovŕ index	30 %	5,9	2,2	4,1	1,4
Předozaďnŕ index	30 %	5,6	3,1	3,9	1,6
Medio-laterŕlnŕ index	36 %	2,2	0,9	1,4	0,5

Při zavřenyĕch oěŕch se celkovŕ index zvyřil z 16% na 30%, coř poukazuje na poruchu funkce. Předozaďnŕ index z nuly vzrostl opĕt na 30%, coř mŕže bŕt dŕno zhorřenou koaktivacŕ mezi m. quadriceps femoris a hamstringy.

V medio-laterŕlnŕm indexu se rovnĕř procentuŕlnŕ rozdŕl mezi koněetinami prohloubil.

Vŕsledky tedy podporujŕ podŕl propriocepce na zhorřenĕ funkci- stabilitĕ na pravĕ dolnŕ koněetinĕ.

Vŕstupnŕ klinickĕ vyřetřenyĕ:

Svalovŕ test	Pravŕ DK	Levŕ DK
m. quadriceps	4 +	5
hamstringy	5	5
m. gastrocnemius	5	5

Goniometrie	Pravŕ DK	Levŕ DK
Flexe	120°	130°
Extenze	+ 10°	0°

Vyř. Zkrŕcenyĕch svalŕ	Pravŕ DK	Levŕ DK
m. quadriceps	1	0
hamstringy	1	1
m. tensor fasciae latae	0	0
m. triceps surae	0	0

Obvody	Pravŕ DK	Levŕ DK
Obvod kolene	37 cm	37 cm
Obvod stehna	39 cm	39 cm
Obvod lŕtka	43 cm	43,5 cm

Stabilita stoje	
Postoj I. (mírné rozkročení a otevřené oči)	stabilní
Postoj II. (snožný s otevřenýma očima)	stabilní
Postoj III. (snožný se zavřenýma očima)	zvýšená hra prstů

- Při stoji na pravé dolní končetině s otevřenýma očima je klidný stoj přítomen 2,3 minuty. Poté nastupuje zvýšená hra prstů a výchylky, které jsou převážně laterálním směrem. Test je ukončen po 3 min. Při stoji na levé končetině je klidný stoj přítomen 2,8 min, poté nastupují výchylky, které jsou všemi směry a stoj je ukončen po 3,5 minutách.
- Při stoji na pravé dolní končetině se zavřenýma očima dobrovolník udrží stabilitu po dobu 1 minuty. Směr výchylek je stejný jako ve vstupním vyšetření, ale nejsou v takovém rozsahu. Stoj na levé dolní končetině je stabilnější a dobrovolník jej dokáže udržet po 1,5 minuty.
- Přítomný je mírně atrofovaný pravý m. vastus medialis.
- Při stoji na dvou vahách je pravá končetina zatížena 29 kg, levá 31 kg.
- Plochoňoží nadále přetrvává.
- Pozitivní test přední zásuvky pravého kolene.

Výstupní přístrojové měření

Wyšetření limitů stability

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	40	52	100
Dopředu:	32	38	100
Dozadu:	16	47	100
Doprava:	54	85	100
Doleva:	92	47	100
Dopředu doprava:	31	55	100
Dopředu doleva:	48	49	100
Dozadu doprava:	19	56	100
Dozadu doleva:	29	41	100
Čas k provedení testu:	83 s	65 s	----

Oproti prvnímu měření se na pravé dolní končetině všechny hodnoty zvýšily až na pohyb dozadu doprava a pohyb dozadu. Na levé končetině se zvýšily hodnoty všech měřených směrů. Snížil se zároveň i čas potřebný k provedení testu a to u obou končetin.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	10 %	1,9	0,5	1,7	0,5
Předozadní index	0 %	1,6	0,7	1,6	0,7
Medio-laterální index	18 %	1,1	0,4	0,9	0,3

Po chůzi na balančních sandálech se výchyly snížily a to tak, že celkový a předozadní index nejsou z hlediska poruchy rovnováhy zajímavé. Výchyly do stran rovněž poklesly z 25% rozdílu mezi končetinami na 18% rozdíl, který udává sníženou stabilitu na pravé dolní končetině.

Souhrnně je patrné celkové zlepšení pacienta.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	13 %	3,0	0,9	2,6	0,5
Předozadní index	21 %	2,8	1,2	2,2	1,2
Medio-laterální index	- 14 %	1,4	0,7	1,6	0,9

I zde se projevilo celkové zlepšení pacienta.

Celkový index se ze závažného 30% poškození funkce snížil na 13%, což poukazuje pouze na sníženou stabilitu.

Předozadní index se také snížil ze 30% končetinového rozdílu na 21% rozdíl, což spadá do stejné kategorie jako předchozí výsledek.

Boční index je zde 14% ve prospěch pravé končetiny. Proto vyvstává otázka, zda chůze na balančních sandálech může podpořit nejslabší prvek udržování stability.

Rovněž se snížila amplituda výchylek ve všech směrech jak u pravé, tak u levé dolní končetiny, což je výrazný pokrok v terapii.

Kontrolní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	30	52	100
Dopředu:	25	38	100
Dozadu:	27	47	100
Doprava:	54	85	100
Doleva:	13	47	100
Dopředu doprava:	33	55	100
Dopředu doleva:	17	49	100
Dozadu doprava:	34	56	100
Dozadu doleva:	29	41	100
Čas k provedení testu:	74 s	75 s	----

Celkové skóre se na pravé dolní končetině v kontrolním měření snížilo na 30%. Nejvyšší hodnoty dosáhlo během výstupního měření, tedy ihned po chůzi na balančních sandálech.

Zdravá končetina se celkově mírně zhoršila s porovnáním s výsledky výstupního měření, ale přesto je lepší než během vstupního vyšetření. Zde se však oproti prvnímu měření zvýšila doba potřebná k dokončení testu. Protože časový nárůst není velký, může to být dáno rušivými vlivy, které v tu chvíli na dobrovolníka mohly působit.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	0 %	1,7	0,4	1,7	0,2
Předozaďní index	0 %	1,3	0,5	1,3	0,2
Medio-laterální index	14 %	1,4	0,4	1,2	0,3

Během kontrolního vyšetření s otevřenýma očima se oproti výstupnímu vyšetření snížil celkový index z 10 % rozdílu mezi končetinami, na nulový rozdíl.

V mediolaterálním směru je stále přítomna snížená stabilita, tak jak tomu bylo během výstupního měření.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenými očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	4 %	2,3	0,5	2,2	0,5
Předozaďní index	15 %	2,0	1,1	1,7	0,7
Medio-laterální index	0 %	1,5	0,7	1,5	0,7

Během kontrolního měření došlo k výraznému zlepšení, ne jen z hlediska procentuálního rozdílu mezi končetinami, ale také v rozsahu výchylek. Stoj se zavřenými očima je obecně náročnější než s otevřenými, přesto proband rozsah výchylek snížil téměř na úroveň stejé s otevřenými očima. To má významnější vypovídající hodnotu než samotné procentuální difference končetin.

Celkový index poklesl z 13% rozdílu mezi pravou a levou dolní končetinou na 4%, předozaďní index z 21% rozdílu na 15%.

6.5.2 Proband 2

Pohlaví: Muž

Věk: 24 let

Osobní anamnéza- Úrazy a operace: Proband si ve svých 17 letech při jízdě na kole zlomil pravou stehenní kost. Před operací mu byla provedena extenze, která narušila kontinuitu proximální tibie. Během operace byly do proximálního a distálního femuru použity šrouby, které vytvořily další jizvy. Prvotní jizvy byly po roce a půl opětovně narušeny pro extrakci šroubů. Nyní jsou jizvy atrofické, lehce se vtahující. Dobrovolník udává bolesti v kolenním kloubu během dlouhodobého sedu (více než 3 hodiny)

Pracovní anamnéza: Proband pracuje jako IT, má sedavé zaměstnání.

Sport: Nesportuje

Vstupní klinické vyšetření:

Svalový test	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	4 +	5
hamstringy	5	5
m. gastrocnemius	5	5

Goniometrie	Pravá DK	Levá DK
Flexe	120°	120
Extenze	0°	0°

Vyš. Zkrácených svalů	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	1	1
hamstringy	1	1
m. tensor fasciae latae	1	1
m. triceps surae	0	0

Obvody	Pravá DK	Levá DK
Obvod kolene	43 cm	43 cm
Obvod stehna	53 cm	53 cm
Obvod lýtky	43 cm	43 cm

Stabilita stoje	
Postoj I. (mírné rozkročení a otevřené oči)	stabilní
Postoj II. (snožný s otevřenými očima)	stabilní
Postoj III. (snožný se zavřenými očima)	zvýšená hra prstů

- Při stoji na pravé dolní končetině s otevřenýma očima je klidný stoj přítomen po 1 minutu. Poté nastupuje zvýšená hra prstů a výchyly, které jsou mediolaterálním směrem. Test je ukončen po 1,5 minutě. Při stoji na levé končetině je klidný stoj přítomen 1,5 min, poté nastupují výchyly, které jsou všemi směry, a stoj je ukončen po 2 minutách.
- Stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima dobrovolník udrží po dobu 8 sekund. Od počátku jsou přítomny výchyly mediolaterálním směrem. Při stoji na levé dolní končetině jsou výchyly přítomny rovněž od samotného počátku stoje, avšak dobrovolník pozici udrží po dobu 45 sekund.
- Na pravé dolní končetině je mírně oslabený m. vastus medialis.
- Při stoji je viditelná valgozita v kolenních kloubech a zevní rotace v kyčelních kloubech.
- Při stoji na dvou vahách je pravá dolní končetina zatížena 40 kg, levá 56 kg.
- Na obou končetinách je výrazně snížena podélná klenba nožní.
- Test přední zásuvky je negativní.

Vstupní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability na poraněné dolní končetině

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	15	36	100
Dopředu:	17	40	100
Dozadu:	22	32	100
Doprava:	15	18	100
Doleva:	9	43	100
Dopředu doprava:	30	28	100
Dopředu doleva:	6	35	100
Dozadu doprava:	15	59	100
Dozadu doleva:	13	39	100
Čas k provedení testu:	80 s	63 s	----

Tak jako u prvního pacienta, i zde je pro pacienta největší problém pohyb doleva a dopředu doleva. Příčina by opět mohla být v mírném oslabení m. vastus medialis a to zejména proto, že poraněná, pravá, dolní končetina musí vykonávat pohyb mediálním směrem, při kterém se tento sval nedokáže adekvátně zapojovat.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	17 %	3,9	0,9	3,2	0,7
Předožadní index	6 %	3,0	1,2	2,8	0,8
Medio-laterální index	42 %	2,6	0,7	1,5	0,9

Celkový index, který hodnotí stabilitu těla všemi směry je zhoršen u pravé dolní končetiny o 17% oproti levé, což poukazuje na sníženou stabilitu.

Předožadní index neprezentuje žádný významný rozdíl mezi končetinami.

Boční index je o 42% horší pro pravou dolní končetinu, což je výsledek poruchy funkce. Ačkoliv stoj na jedné dolní končetině bývá obecně nejstabilnější v medio-laterálním směru, v tomto případě dělalo pacientovi značné potíže rovnováhu udržet. Tomu nasvědčuje i rozdíl naměřených výchylek u pravé a levé dolní končetiny. Protože m. vastus medialis a m. vastus lateralis vyrovnávají rušivé složky mediálním a laterálním směrem, mohl by tedy být tento zvýšený index způsoben jejich poruchou.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	32 %	7,7	3,2	5,2	2,1
Předožadní index	28 %	7,1	6,1	5,1	3,1
Medio-laterální index	58 %	3,1	0,9	1,3	0,6

Při zavřených očích se pro pravou končetinu zhoršily všechny parametry, které se již řadí do škály výrazného funkčního poranění. Celkový index vzrostl ze 17% na 32%, předožadní index z 6% na 28% a mediolaterální index ze 42% na 58%.

Takovýto rozdíl mezi otevřenýma a zavřenýma očima je možné přisoudit porušené propioceptivní aferentaci.

Výstupní klinické vyšetření:

Svalový test	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	4 +	5
hamstringy	5	5
m. gastrocnemius	5	5

Goniometrie	Pravá DK	Levá DK
Flexe	120°	120°
Extenze	0°	0°

Vyš. Zkrácených svalů	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	1	1
hamstringy	1	1
m. tensor fasciae latae	1	1
m. triceps surae	0	0

Obvody	Pravá DK	Levá DK
Obvod kolene	43 cm	43 cm
Obvod stehna	53 cm	53 cm
Obvod lýtky	43 cm	43 cm

Stabilita stoje	
Postoj I. (mírné rozkročení a otevřené oči)	stabilní
Postoj II. (snožný s otevřenýma očima)	stabilní
Postoj III. (snožný se zavřenýma očima)	Zvýšená hra prstů

- Při stoji na pravé dolní končetině s otevřenýma očima je klidný stoj přítomen po 1,5 minuty. Poté nastupuje zvýšená hra prstů a výchylky, které jsou mediolaterálním směrem. Test je ukončen po 2 minutách. Při stoji na levé končetině je klidný stoj přítomen 1,5 min, poté nastupují výchylky, které jsou všemi směry a stoj je ukončen po 2, 5 minutách.
- Stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima dobrovolník udrží po dobu 10 sekund. Od počátku jsou přítomny výchylky mediolaterálním směrem. Při stoji na levé dolní končetině jsou výchylky přítomny rovněž od samotného počátku stoje, avšak dobrovolník pozici udrží po dobu 1 minuty.
- Na pravé dolní končetině je mírně atrofovaný m. vastus medialis.
- Při stoji je viditelná valgozita v kolenních kloubech a zevní rotace v kyčelních kloubech
- Při stoji na dvou vahách je pravá dolní končetina zatížena 40 kg, levá 56 kg

- Na obou končetinách je výrazně snížena podélná klenba nožní.

Výstupní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability na poraněné dolní končetině

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	36	40	100
Dopředu:	37	19	100
Dozadu:	15	21	100
Doprava:	41	72	100
Doleva:	20	44	100
Dopředu doprava:	53	60	100
Dopředu doleva:	28	27	100
Dozadu doprava:	31	39	100
Dozadu doleva:	63	45	100
Čas k provedení testu:	50 s	56 s	----

Pacient na své poraněné končetině dosáhl mnohonásobně lepších výsledků než v prvním měření a zároveň se snížil i potřebný čas.

Ačkoliv je na zdravé končetině celkové dosažené skóre vyšší než v prvním měření, některé hodnoty zde velmi poklesly. Přesněji pohyb dopředu, dozadu, dopředu doleva, dozadu doprava. Protože se jedná o zdravou končetinu a během terapie pacient neprodělal žádný úraz ani onemocnění, tak tento výsledek může být ovlivněn důsledkem dalších proměnných vstupujících do měření jako například únava pacienta, vnější rušivé vlivy, nedostatečná koncentrace a podobně.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	6 %	1,5	0,4	1,4	0,4
Předozaďní index	- 18 %	1,1	0,5	1,3	0,6
Medio-laterální index	10 %	1,0	0,4	0,9	0,4

Po bezprostředním absolvování cvičební jednotky se u pacienta výrazně zlepšila stabilita stoje s otevřenýma i zavřenýma očima.

Celkový index, který poklesl ze 17% rozdílů na 6% rozdíl, ani boční index, který klesl se 42% rozdílů, neudávají závažný rozdíl mezi končetinami.

Předozadní index je zde dokonce lepší ve prospěch poraněné, tedy pravé, dolní končetiny.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	13 %	3,6	1,0	3,1	1,0
Předozadní index	6 %	3,1	2,0	2,9	1,3
Medio-laterální index	45 %	2,2	0,5	1,2	0,5

Během zavřených očí se rovněž všechny hodnoty udávající procentuální rozdíl oproti vstupnímu vyšetření snížily: celkový index klesl z 32% končetinového rozdílu na 13%, předozadní index z 28% rozdílu na 6%. Tyto směry tak spadají do oblasti snížené stability. Pouze medio-laterální index, který klesl z 58% rozdílu na 45% rozdíl, se stále nachází v oblasti poruchy funkce. Rovněž se výrazně snížil rozsah výchylek u pravé i levé dolní končetiny. Chůze na balančních sandálech tedy pravděpodobně podpořila funkci proprioceptorů.

Kontrolní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability na poraněné dolní končetině

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	27	62	100
Dopředu:	41	70	100
Dozadu:	26	26	100
Doprava:	29	96	100
Doleva:	10	73	100
Dopředu doprava:	30	82	100
Dopředu doleva:	24	37	100
Dozadu doprava:	23	54	100
Dozadu doleva:	37	59	100
Čas k provedení testu:	50 s	43 s	----

V kontrolním měření bylo zaznamenáno celkové snížení hodnot získaných během vyšetření pravé dolní končetiny. Jediné pohyby, které se zlepšily jsou dopředu a dozadu.

Na levé dolní končetině je stále přítomný pozitivní efekt chůze na balančních sandálech. Velmi se zvýšilo celkové skóre a čas potřebný k dokončení testu se snížil.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	5 %	1,7	0,5	1,8	0,5
Předozaďní index	0	1,3	0,7	1,3	0,6
Medio-laterální index	7 %	1,3	0,6	1,4	0,6

Hodnoty naměřené během tohoto vyšetření nevykazují rozdíly mezi končetinami. Oproti předešlému testování opět poklesly tak, že celkový index, který vyjadřoval 6% rozdíl mezi končetinami je nyní 5%, mediolaterální index, klesl z 10% rozdílu na 7%. Předozaďní index, který v předchozím měření prokázal o 18% vyšší stabilitu na pravé dolní končetině je nyní nulový.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	24 %	3,3	0,7	2,5	0,8
Předozaďní index	8 %	2,5	1,4	2,3	1,2
Medio-laterální index	40 %	2,2	0,3	1,3	0,5

S týdenním odstupem se během vyšetření se zavřenýma očima prokázalo mírné zhoršení, které však nebylo horší než na samotném začátku terapie. Celkový index spadá do oblasti snížené rovnováhy a mediolaterální index do oblasti poruchy funkce. Největší problém nadále zůstává ve zhoršené stabilitě mediolaterálního směru, což i sám dobrovolník pociťuje, přesto se nyní cítí jistěji.

6.5.3 P; roband 3

Pohlaví: Žena

Věk: 26 let

Osobní anamnéza- Úrazy a operace: Proband v červnu 2009 utrpěl autonehodu, v jejímž důsledku vznikla fraktura obratle C2, trhlina v dorzální části anulus fibrosus mezi C2 a C3. V obličejové části utrpěla kompresivní zlomeninu lícní kosti, mandibuly a orbity s prolomením vedlejších dutin nosních. Přítomna byla i kontuze mozku.

Operativně byla řešena ruptura LCA pravého kolene nahrazeného štěpem z m. semitendinosus.

Pracovní anamnéza: Projektový manager, jde o sedavé zaměstnání.

Sport: Proband 3krát týdně chodí plavat.

Vstupní klinické vyšetření:

Svalový test	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	4 +	4 +
hamstringy	4 +	5
m. gastrocnemius	4 +	5

Goniometrie	Pravá DK	Levá DK
Flexe	100°	120°
Extenze	0°	0°

Vyš. Zkrácených svalů	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	1	0
hamstringy	0	0
m. tensor fasciae latae	1	0
m. triceps surae	0	0

Obvody	Pravá DK	Levá DK
Obvod kolene	30 cm	30 cm
Obvod stehna	32 cm	35 cm
Obvod lýtky	35 cm	36 cm

Stabilita stoje	
Postoj I. (mírné rozkročení a otevřené oči)	stabilní
Postoj II. (snožný s otevřenými očima)	stabilní
Postoj III. (snožný se zavřenými očima)	zvýšená hra prstů

- Při stoji na pravé dolní končetině s otevřenýma očima je klidný stoj přítomen po 45 sekund. Poté nastupují výchyly, které jsou všemi směry. I přes ně dokáže dobrovolník vcelku dlouho (2 minuty) stoj udržet. Stoj na levé dolní končetině je mírně stabilnější. Klidný stoj je přítomen 1,5 min, poté nastupují výchyly, které jsou všemi směry a stoj je ukončen po 2, 5 minutách.
- Stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima dobrovolník udrží po dobu pouhých 2 sekund. Od počátku jsou přítomny výchyly všemi směry a poskakování na dolní končetině. Při stoji na levé dolní končetině jsou výchyly přítomny rovněž od samotného počátku stoje, avšak dobrovolník pozici udrží po dobu 30 sekund.
- Test přední zásuvky u pravého kolenního kloubu je pozitivní.
- Aktivní pohyblivost krční páteře není omezena.

Vstupní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	13	18	100
Dopředu:	24	8	100
Dozadu:	12	14	100
Doprava:	1	38	100
Doleva:	26	13	100
Dopředu doprava:	1	29	100
Dopředu doleva:	13	2	100
Dozadu doprava:	10	29	100
Dozadu doleva:	24	18	100
Čas k provedení testu:	194 s	132 s	----

Pro dobrovolníka byly během měření na poraněné dolní končetině nejnáročnější pohyby doprava a doprava dozadu, což prezentuje i tento výsledek, který může být dán sníženou koaktivací hamstringů a extenzorů kolenního kloubu.

Zároveň udržení stability bylo náročné i na zdravé dolní končetině, proto by jako účast na zhoršené stabilitě mohla mít vliv fraktura druhého krčního obratle a s ní související zvýšené napnutí šíjových svalů, které jsou považovány za významný zdroj aferentních vstupů, nebo narušení vestibulárního aparátu

vnitřního ucha v rámci úrazu obličejové části, přestože dokumentace se o ní nezmiňuje. Přesto dobrovolník pokračoval v cvičebním programu.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	10 %	1,9	0,8	1,7	0,5
Předozaďní index	5 %	1,7	2,3	1,6	0,6
Medio-laterální index	20 %	1,0	0,3	0,8	0,3

Celkový index ani předozaďní index ve svém procentuálním rozdílů nevykazují závaźný rozdíl mezi končetinami. Rozsah výchylek mezi pravou a levou dolní končetinou se v mediolaterálním směru nachází v oblasti snížené stability.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	11 %	5,1	1,9	4,5	1,8
Předozaďní index	11%	4,5	3,0	4,0	2,4
Medio-laterální index	4 %	2,4	1,3	2,3	1,4

Vyšetření se zavřenýma očima v celkovém a předozaďním indexu poukazuje na mírně sníženou stabilitu na pravé dolní končetině. Mediolaterální index nevykazuje rozdíl mezi končetinami.

Výstupní klinické vyšetření:

Svalový test	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	4 +	5
hamstringy	4 +	5
m. gastrocnemius	5	5

Goniometrie	Pravá DK	Levá DK
Flexe	120°	130°
Extenze	0°	0°

Vyš. Zkrácených svalů	Pravá DK	Levá DK
m. quadriceps	1	0
hamstringy	0	0
m. tensor fasciae latae	1	0
m. triceps surae	0	0

Obvody	Pravá DK	Levá DK
Obvod kolene	30 cm	30 cm
Obvod stehna	32 cm	35 cm
Obvod lýtky	35 cm	36 cm

Stabilita stoje	
Postoj I. (mírné rozkročení a otevřené oči)	stabilní
Postoj II. (snožný s otevřenými očima)	stabilní
Postoj III. (snožný se zavřenými očima)	zvýšená hra prstů

- Při stoji na pravé dolní končetině s otevřenými očima je klidný stoj přítomen po dobu 1 minuty. Poté nastupují výchyly, které jsou opět všemi směry. Dobrovolník udrží rovnováhu 2,5 min. Stoj na levé dolní končetině je stabilnější než během vstupního vyšetření. Klidný stoj je přítomen 1,5 minuty, poté nastupují výchyly, které jsou všemi směry, a stoj je ukončen po 3 minutách.
- Stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima dobrovolník udrží po dobu 8 sekund. Od počátku jsou přítomny výchyly všemi směry a poskakování na dolní končetině. Stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima dobrovolník udrží po dobu 1 minuty.
- Test přední zásuvky kolenního kloubu je pozitivní.

Výstupní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	26	42	100
Dopředu:	36	30	100
Dozadu:	14	42	100
Doprava:	32	36	100
Doleva:	47	33	100
Dopředu doprava:	22	57	100
Dopředu doleva:	20	40	100
Dozadu doprava:	27	54	100
Dozadu doleva:	13	47	100
Čas k provedení testu:	78 s	77 s	----

Po chůzi na balančních sandálech se výrazně vylepšily dosažené hodnoty jak u pravé, tak u levé dolní končetiny. Je zde výraznější rozdíl mezi poraněnou a zdravou končetinou, který během prvního vyšetření znatelný nebyl. Zároveň se snížil i čas, během kterého dobrovolník test vykonával, což do určité míry může poukazovat na lepší neuromuskulární kontrolu.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	- 28 %	1,4	0,4	1,8	0,7
Předozaďní index	- 15 %	1,3	0,5	1,5	0,7
Medio-laterální index	- 50 %	0,8	0,3	1,2	0,5

Výsledky testu s otevřenýma očima jsou ve prospěch poraněné dolní končetiny. Protože dobrovolník velmi posiluje oslabenou končetinu a snad i vlivem chůze na balančních sandálech, může za korekce zrakem a relativně dobře vyvinutým svalovým aparátem lépe udržet rovnováhu.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	44 %	4,3	2,0	2,4	0,8
Předozaďní index	47 %	3,8	2,3	2,0	0,9
Medio-laterální index	15 %	2,0	0,9	1,7	0,8

Během vyšetření se zavřenýma očima se 11% končetinový rozdíl v celkovém indexu naměřený během vstupního vyšetření zvýšil na 44% rozdíl, který udává poruchu funkce na pravé dolní končetině. Předozaďní index se rovněž zvýšil a to z 11% rozdílu, který určoval mírně sníženou stabilitu na pravé dolní končetině na 47% rozdíl, který opět udává poruchu funkce na pravé dolní končetině. Mediolaterální index se nyní dostal do oblasti snížené stability oproti předchozímu výsledku, který nepoukazoval na rozdíl mezi končetinami.

I přes tento výrazný nárůst diferenciacce končetin se amplituda výchylek na obou končetinách snížila, což je do značné míry překryto. V tomto případně balanční sandály pravděpodobně zlepšily svalovou sílu, celkovou koordinaci a vystihly problémovou propioceptivní aferenciací transplantovaného LCA.

Kontrolní přístrojové vyšetření

Vyšetření limitů stability

	Pravá DK	Levá DK	Cílové skóre
	Dosažené skóre		
Celkově:	11	33	100
Dopředu:	32	35	100
Dozadu:	6	24	100
Doprava:	4	58	100
Doleva:	5	48	100
Dopředu doprava:	16	14	100
Dopředu doleva:	10	26	100
Dozadu doprava:	10	45	100
Dozadu doleva:	10	21	100
Čas k provedení testu:	138 s	78 s	----

S týdenním odstupem se oproti vstupnímu i výstupnímu přístrojovému měření zhoršila pravá dolní končetina v dosaženém skóre. Čas, po který dobrovolník test vykonával, byl nejnižší během výstupního vyšetření, tedy po

chůzi na balančních sandálech. Během týdne bez pomůcek se čas opět prohloubil, ale ne do takové míry, jako byl zaznamenán během vstupního měření.

Na levé dolní končetině je znatelný výrazný pokrok oproti vstupnímu měření, hodnoty se však mírně snížily s porovnáním s výstupním měřením.

Chůzi na balančních sandálech se pravděpodobně upravila dysbalance v oblasti krční páteře, která mohla udávat těžko prezentující výsledky dosažené během prvního měření, čím se následně projevila nestabilita na končetině operovaného kolenního kloubu.

Výsledky z Dynamic comparative test s otevřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	8 %	1,2	0,2	1,1	0,2
Předozaďní index	- 10 %	1,0	0,3	1,1	0,3
Medio-laterální index	33 %	0,9	0,3	0,6	0,1

Kontrolní vyšetření zaznamenalo poruchu funkce v mediolaterálním směru na pravé dolní končetině, která ve výstupním měření byla zaznamenána na levé dolní končetině. Celkový ani předozaďní index nepoukazují na závaďný rozdíl mezi končetinami, ačkoliv výsledky z výstupního vyšetření prezentovaly v celkovém indexu poruchu funkce na levé dolní končetině a v předozaďním indexu sníženou stabilitu opět na levé dolní končetině.

Výsledky z Dynamic comparative test se zavřenýma očima

	Procentuální rozdíl	Pravá DK	Směrodatná odchylka	Levá DK	Směrodatná odchylka
Celkový index	3 %	3,1	0,9	3,0	1,2
Předozaďní index	8 %	2,5	1,4	2,3	1,2
Medio-laterální index	0 %	2,0	1,2	2,0	1,2

Výsledky se zavřenýma očima nyní nevykazují závaďný rozdíl mezi končetinami, ačkoliv v kontrolním měření výsledek celkového indexu zaznamenal 44% rozdíl, na pravé dolní končetině, který spadal do kategorie poruchy funkce.

Předozadní index byl rovněž v oblasti poruchy funkce se 47% rozdílem na pravé dolní končetině oproti levé. Mediolaterální index, který nyní neudává rozdíl mezi končetinami byl během výstupního měření v oblasti snížené stability na pravé dolní končetině.

Důležitým prvkem je snížení výchylek, které se i během týdne bez chůze na balančních sandálech poklesly. Jejich efekt tedy ještě dozníval.

7. Diskuse

Cílem této bakalářské práce bylo objektivně prokázat vliv chůze na balančních sandálech na sníženou stabilitu stoje po úrazu na dolní končetině. Všichni pacienti udávali nestabilitu při stoji na jedné dolní končetině, situačně vznikající bolest a jeden z nich i „podlamování“ kolene.

Pro ověření hypotézy bylo vyšetření provedeno na posturografu Balance biodex system, který umožňoval vyšetření končetin jednotlivě. Bylo snahou všechna vyšetření provádět ve stejný den a za stejných podmínek. Přesto nebylo možné vyloučit vnitřní vlivy, které se mohly podílet na změně výsledku. K nim může být řazena únava pacienta, bolest nebo psychický stav.

U probanda 1 byl jasně prokázán pozitivní vliv chůze na balančních sandálech na stabilitu stoje na poúrazové končetině. Během testování Limitů stability bylo nejvyšších hodnot dosaženo při výstupním vyšetření, tedy po ukončení tréninku. Během kontrolního vyšetření se v tomto samém testu prokázal mírně snižující efekt chůze na balančních sandálech, ale i přes to byly dosažené hodnoty vyšší než na samotném počátku terapie. V průběhu všech tří měření se zaznamenalo i snížení času, kterého bylo potřeba k provedení celého testu. To poukazuje na zlepšení neuromuskulární kontroly. Při vyšetřování pomocí Dynamického testu stability se v průběhu měření projevvalo snížení procentuálních rozdílů, které vyjadřovaly rozdílnou schopnost udržování rovnováhy pravé a levé končetiny. Zároveň se snížil i rozsah výchylek na obou končetinách jak s otevřenýma, tak i se zavřenýma očima.

U probanda 2 se v měření Limitů stability během výstupního vyšetření prokázalo zvýšení získaných hodnot a zároveň snížení potřebného času. V kontrolním vyšetření však získané hodnoty mírně poklesly, avšak výsledek byl celkově lepší než výsledek získaný po vstupním vyšetření. Zajímavé však je, že ačkoliv hodnoty, získané během kontrolního měření jsou nižší, což znamená, že pro dobrovolníka bylo náročnější kontrolovat vychýlení svého těžiště různými směry, čas, po který dobrovolník test vykonával se opět snížil. Nejlepších výsledků, tedy nejnižšího procentuálního rozdílu mezi končetinami měřeného s otevřenýma očima, který byl testován pomocí Dynamického testu stability

dobrovolník dosáhl v kontrolním měření. Se zavřenýma očima nejlepších výsledků dobrovolník dosáhl během výstupního vyšetření.

Proband 3 byl z hlediska prezentace výsledků náročný. V průběhu vyšetření vyvstávala na povrch otázka zhoršené stability z důvodů fraktury obratle C2, která byla způsobena během autonehody v roce 2009. Oblast krční páteře byla u probanda ve vstupním kineziologickém vyšetření orientačně vyšetřena, ale nikoliv co se týče blokády z důvodu nedostatku informací o zhojení fraktury a absence popsaného RTG snímku. Ve vstupním přístrojovém vyšetření pomocí testu Limitů stability byly naměřeny velice nízké hodnoty a příliš vysoký čas, po který dobrovolník test prováděl, na obou dolních končetinách. Měření pomocí Dynamického testu stability jak s otevřenýma, tak i se zavřenýma očima nepoukázalo na závažný rozdíl, co se týče udržování rovnováhy, mezi končetinami. Ve výstupním přístrojovém vyšetření test Limitů stability vyjádřil zlepšení dosažených hodnot na obou dolních končetinách a zároveň i snížení času. Celkové skóre, kterého dobrovolník během tohoto měření dosáhl, bylo výrazněji vyšší na zdravé končetině než na operované. Chůze na balančních sandálech tedy mohla zlepšit celkové držení těla, v jehož důsledku se mohla i upravit blokáda v oblasti krční páteře. Odejmutím tohoto negativního vlivu se tedy projevila snížená stabilita na pravé dolní končetině. To zároveň dokazuje i Dynamický test stability prováděný během výstupního vyšetření, který zaznamenal výrazný rozdíl hodnot naměřených během testování se zavřenýma a s otevřenýma očima pro pravou dolní končetinu. Hodnoty získané testováním Limitů stability v kontrolním přístrojovém vyšetření se na levé dolní končetině mírně snížily oproti hodnotám z výstupního měření. Hodnoty dosažené pravou končetinou jsou dokonce mírně nižší než při vstupním vyšetření, avšak potřebný čas se snížil. Výsledky z Dynamického testu s otevřenýma očima vykazují pouze v jednom směru poruchu funkce a testování se zavřenýma očima nevykazuje závažný rozdíl mezi dolními končetinami. Výrazné je rovněž snížení výchylek všemi směry.

Souhrnně lze tedy říci, že chůze na balančních sandálech zlepšila stabilitu stoje, která byla pravděpodobně dána poúrazově zhoršenou propioceptivní aferentací. Zřejmě došlo k zlepšení polohocitu poraněné končetiny a ke zlepšení taktilního cití, tak jako uvádí ve své studii Dagmar Pavlů (2001).

Bylo by však zajímavé provést toto měření opětovně s větší škálou pacientů, se zaměřením na stejné zranění a bez přidruženého onemocnění či bez dalšího poranění. Bylo by i třeba provést vyšetření čítí a poskokových testů, které v této práci byly opomenuty. Zároveň by bylo zajímavé provést vyšetření na Balance Biodex systém ještě s dopomocí EMG, která by určila, které svaly byly chůzi na balančních sandálech podpořeny. Zajímavý by byl rovněž vývoj efektu balančních sandálů na stabilitu stoje v časovém sledu několika týdnů po ukončení tréninku.

Nevýhodou tohoto měření byla téměř nemožnost test opakovat a to z důvodu jak fyzické, tak i psychické náročnosti. Dobrovolníci se vždy cítili unavení. V případě, který nastal u probanda 3, kdy se ve vstupním vyšetření Dynamického testu stability se zavřenýma očima naměřila vysoká směrodatná odchylka, nebylo možné test provést opětovně pro rychle klesající pozornost. Výsledek vždy závisel na jejich psychickém a fyzickém stavu a na jejich motivaci. Vždy tyto vnitřní pochody v optimálním nastavení nešlo zajistit.

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo objektivní zhodnocení vlivu chůze na balančních sandálech na poúrazově zhoršenou stabilitu stoje.

Hypotéza byla ověřena pomocí přístroje Balance Biodex System a to parametry Limitů stability, kde se hodnotila doba splnění testu a dosažený počet procent v různých směrech a testem „Dynamic comparative test.“ Tento test umožňuje hodnotit stabilitu stoje na jedné končetině jak s otevřenýma tak i zavřenýma očima. Závěrem hodnotí procentuální rozdíl mezi končetinami.

U všech třech dobrovolníků byla během vstupního vyšetření zjištěna zhoršená stabilita, která se během měření se zavřenýma očima prohloubila.

Během chůze na balančních sandálech u všech dobrovolníků zlepšila stabilitu stoje a zároveň snížila i rozsah výchylek.

Hypotéza tedy byla potvrzena. Vliv chůze na balančních sandálech příznivě ovlivňuje stabilitu stoje.

Souhrn

Tématem bakalářské práce je vliv chůze na balančních sandálech na sníženou stabilitu stoje danou pravděpodobně porušenou propriocepcí vlivem úrazu dolní končetiny. Výsledky jsou objektivizovány pomocí přístroje Balance Biodex System

Teoretická část zahrnuje poznatky o systémech podílejících se na udržování rovnováhy, vlivu propriocepce na stabilitu stoje a principu metodiky senzomotorické stimulace. Zahrnuje rovněž teoretické podklady přístroje Balance Biodex System. Praktická část ozřejmuje vliv metodiky senzomotorické stimulace na zhoršenou stabilitu stoje.

Summary

The subject of this thesis is to determine the impact of walking in balance sandals on reduced standing stability caused probably by the impaired proprioception after an injury of the lower extremity. The results are objectified by the device called Balance Biodex Index.

The theoretical part includes knowledge about the systems involved in maintaining the balance, influence of proprioception on the standing stability and the principle of sensorimotor stimulation. It also includes theoretical background of the Balance Biodex System device. The practical part highlights the impact of sensorimotor stimulation on the reduced standing stability

Seznam literatury

BEARD, D.J. et al. Proprioception after rupture of the anterior cruciate ligament. An objective indication of the need for surgery. *The Journal of bone and joint surgery British volume* [online]. 1993, vol. 75, no. 2 [cit. 2011-11-01] Dostupné z: <http://www.mendeley.com/research/proprioception-after-rupture-of-the-anterior-cruciate-ligament-an-objective-indication-of-the-need-for-surgery/#>

BRODY, L.T., HALL, C.M. Balance Impairment. In *Therapeutic Exercise Moving Toward Function*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. p. 112-127. ISBN 0-397-55260-2

DANCE PRAGMALISTA.INFO [online]. 2004 [cit. 2011-11-01]. Dostupné z: <http://dance.pragmalista.info/historie.php?id=3>.

HALADOVÁ, E. et al. Léčebná tělesná výchova – cvičení. 3. vydání. Brno: NCO NZO, 2007. 135 s. ISBN 978-80-7013-460-3

HORAK, F.B., HENRY, S.M., SHUMWAY-COOK, A. Postural Perturbations: New Insights for Treatment of Balance Disorders. *Physical Therapy*, 1997, vol. 77, no. 5, p. 517-533.

IRRGANG, J. J., WHITNEY, S.L., COX, E.D. Balance and Proprioceptive Training for Rehabilitation of the Lower Extremity. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1994, vol. 3, p. 68-83

JANČOVÁ, J., KOLHLÍKOVÁ, E. Regresní změny stárnoucího organismu a jejich vliv na posturální stabilitu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2007, roč. 14, č. 4, s. 155-162

JANDA, V. et al. Sensory motor stimulation in *Rehabilitation of the spine: A Practitioner's Manual*. Los Angeles: Lippincott Williams & Wilkins, 2007, p. 513-530

JANDA, V., VÁVROVÁ, M. Senzomotorická stimulace- Základy metodiky propioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*, 1992, roč. 25, č. 3, s. 14-34.

KOLÁŘ, P. et al. Rehabilitace v klinické praxi. 1. vydání. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1

KOLÁŘ, P., OLŠANSKÁ, Š. Funkční poruchy a kožní citlivost. *Med Sport Boh Slov* [online]. 1996, [cit. 2011-11-01]. Dostupné z: http://www.dok.rwan.sk/zz_nepotriedene/Funkcni%20poruchy%20a%20kozni%20citlivost.pdf

KRÁLÍČEK, P. Úvod do speciální neurofyzologie. 2. vydání. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2002. 230 s. ISBN 80-246-0350-0

MAYER, M., SMÉKAL, D. Měkké struktury kolenního kloubu a poruchy motorické kontroly. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2004, roč. 11, č. 3, s. 111-117

MURPHY, D., CONNOLLY, D., BEYNNON, B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sport Medicine* [online]. 2003, vol. 37, no. 1 [cit. 2011-11-01] Dostupné z : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724594/>.

PAVLŮ, D. Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody. 2. opravené vydání. Brno: Akademické nakladatelství Cerm s.r.o., 2003. 239 s. ISBN 80-7204-312-9

PAVLŮ, D., NOVOSÁDOVÁ, K. Příspěvek k objektivizaci účinku „Metodiky senzomotorické stimulace dle Jandy a Vávrové“ se zřetelem k tzv. evidence-based practice. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, roč. 8, č. 4, s. 178-181

PŘÍDALOVÁ, M., RIEGROVÁ, J. Funkční anatomie I. 1.vyd. Olomouc: Hanex, 2002. 209 s. ISBN 80-85783-38-X

RAGNARSDÓTTIR, M. The Concept of Balance. *Physiotherapy*, 1996, vol. 82, no. 6, p. 368-375

RIEMANN, B.L., LEPHART, S.M. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training* [online]. 2002, vol. 37, no. 1 [cit. 2011-11-01] Dostupné z : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164311/>. ISSN:

RIEMANN, B.L., LEPHART, S.M. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training* [online]. 2002, vol. 37, no. 1 [cit. 2011-11-01] Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164312/>. ISSN:

SMĚKAL, D., KALINA, R., URBAN, J. Rehabilitace po artroskopických náhradách předního zkříženého vazů. *Doškolovací in-service training* [online]. 2006, [cit. 2011-11-01]. Dostupné z: http://www.achot.cz/dwnld/0606_421.pdf

TROJAN, S. et al. Lékařská fyziologie. 4. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5

VAŘEKA, I. Lateralita ve vývojové kineziologii a funkční patologii pohybového aparátu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, roč. 8, č. 2, s. 92-98

VÉLE, F. Kineziologie. 2. rozšířené a přepracované vydání. Praha: Triton, 375 s.
ISBN 80-7254-837-9

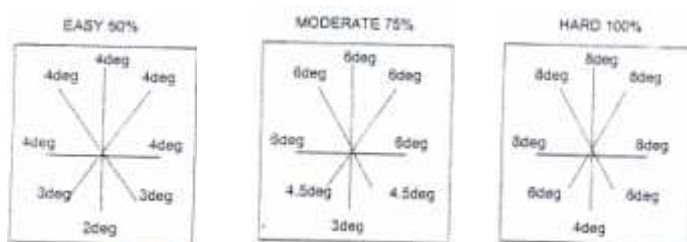
SEZNAM ZKRATEK

CNS	centrální nervový systém
DK	dolní končetina
DKK	dolní končetiny
LCA	ligamentum cruciatum anterior
m.	musculus
ROM	rozsah pohybu

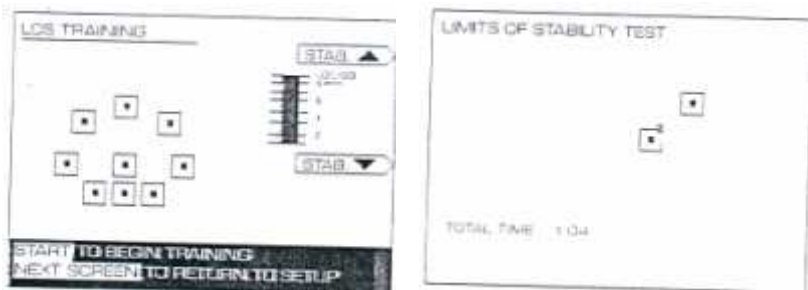
SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Stupně úrovně na testování Limitů stability
Příloha č. 2: Vzor testu Limitů stability
Příloha č. 3: Výpočet dosaženého skóre v testování Limitů stability
Příloha č. 4: Ukázka výsledku Dynamického testu stability
Příloha č. 5: Proband 1- Vyšetření limitů stability pravé DK
Příloha č. 6: Proband 1- Vyšetření limitů stability levé DK
Příloha č. 7: Proband 1- Dynamický srovnávací test stability – otevřené oči
Příloha č. 8: Proband 1- Dynamický srovnávací test stability – zavřené oči
Příloha č. 9: Proband 2- Vyšetření limitů stability pravé DK
Příloha č. 10: Proband 2- Vyšetření limitů stability levé DK
Příloha č. 11: Proband 2- Dynamický srovnávací test stability – otevřené oči
Příloha č. 12: Proband 2- Dynamický srovnávací test stability – zavřené oči
Příloha č. 13: Proband 3- Vyšetření limitů stability pravé DK
Příloha č. 14: Proband 3- Vyšetření limitů stability levé DK
Příloha č. 15: Proband 3- Dynamický srovnávací test stability – otevřené oči
Příloha č. 16: Proband 3- Dynamický srovnávací test stability – zavřené oči

Příloha č. 1: Stupně úrovně na testování Limitů stability



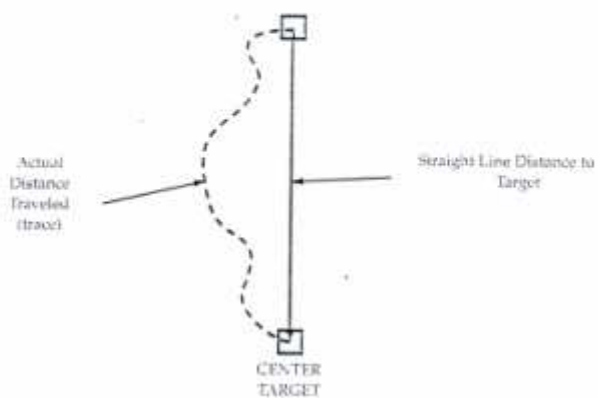
Příloha č. 2: Vzor testu Limitů stability



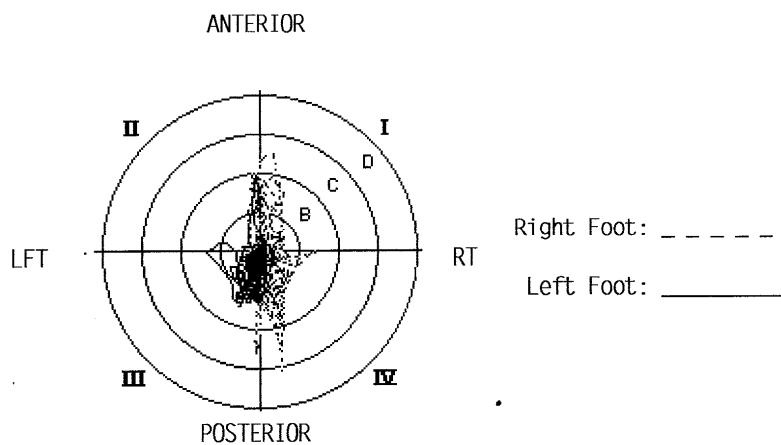
Příloha č. 3: Výpočet dosaženého skóre v testování Limitů stability

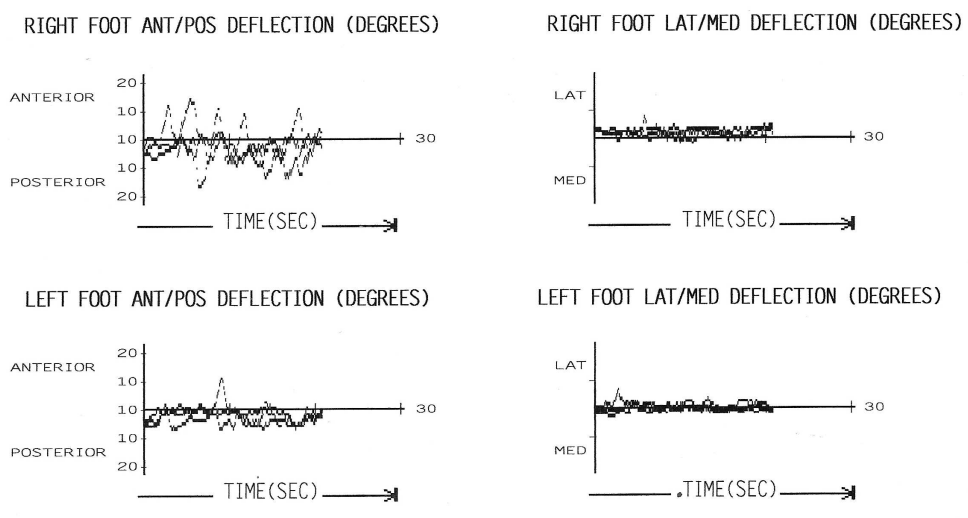
DLOS SCORE % = $\frac{\text{Straight Line Distance to Target}}{\text{Actual Distance Traveled}} \times 100$

WHERE:

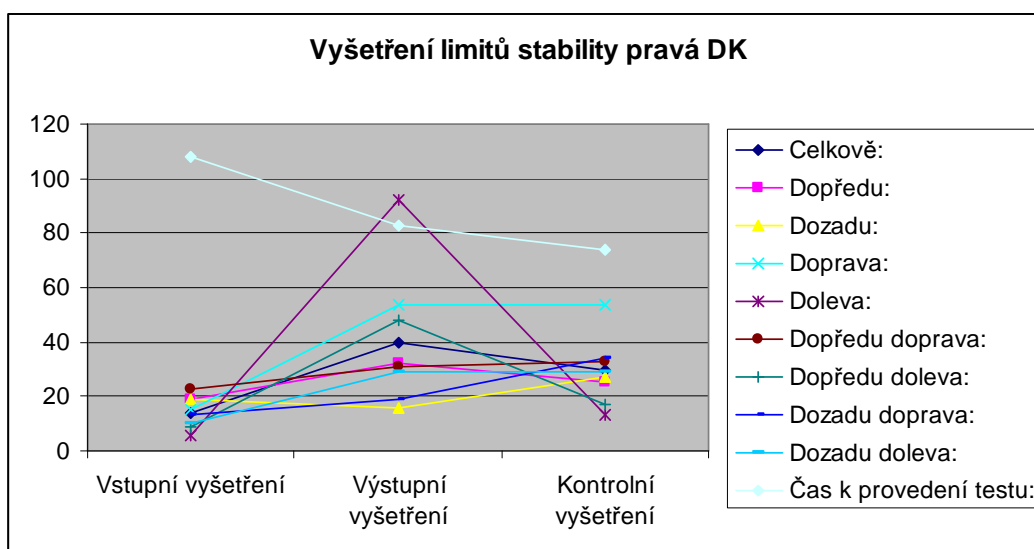


Příloha č. 4: Ukázka výsledku Dynamického testu stability

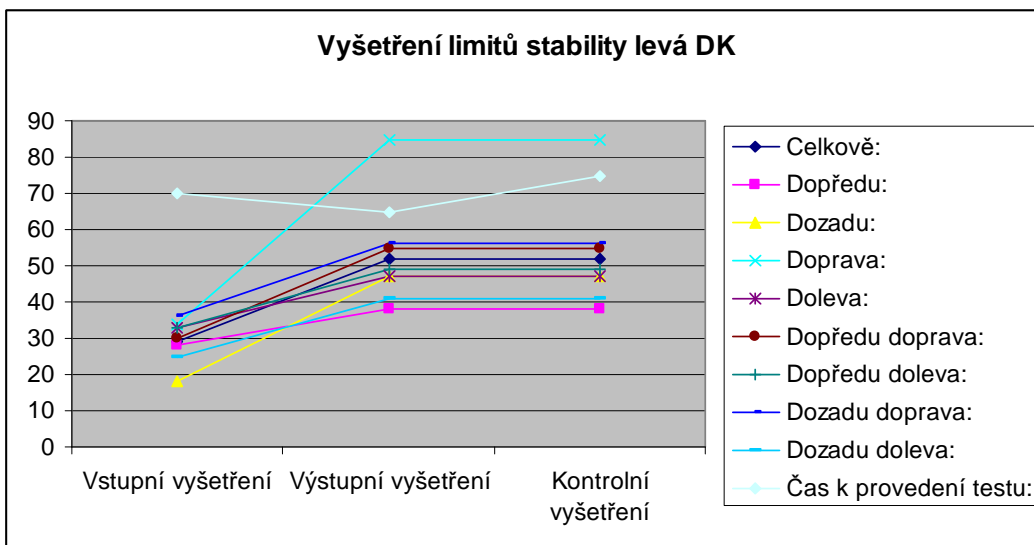




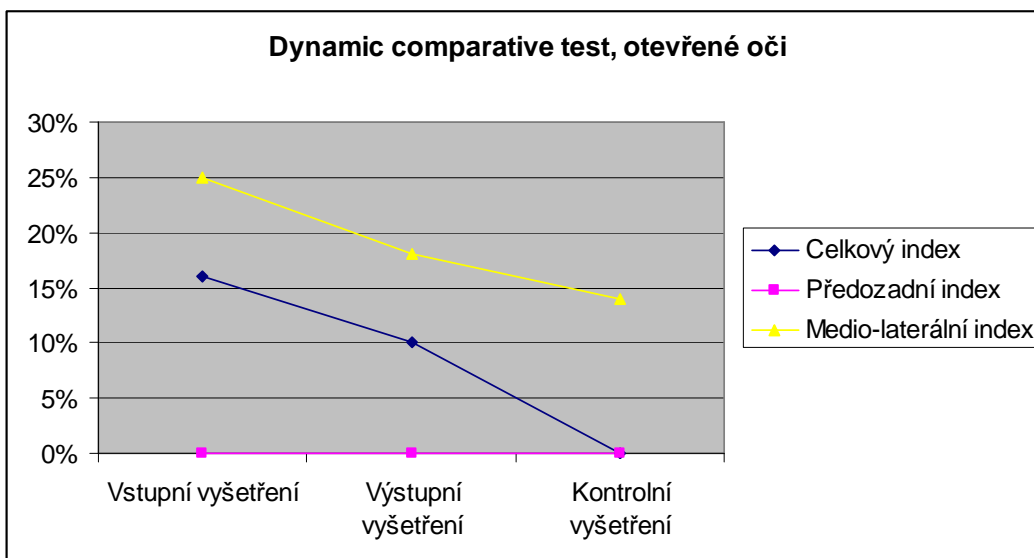
Příloha č. 5: Probant 1- Vyšetření limitů stability pravé DK



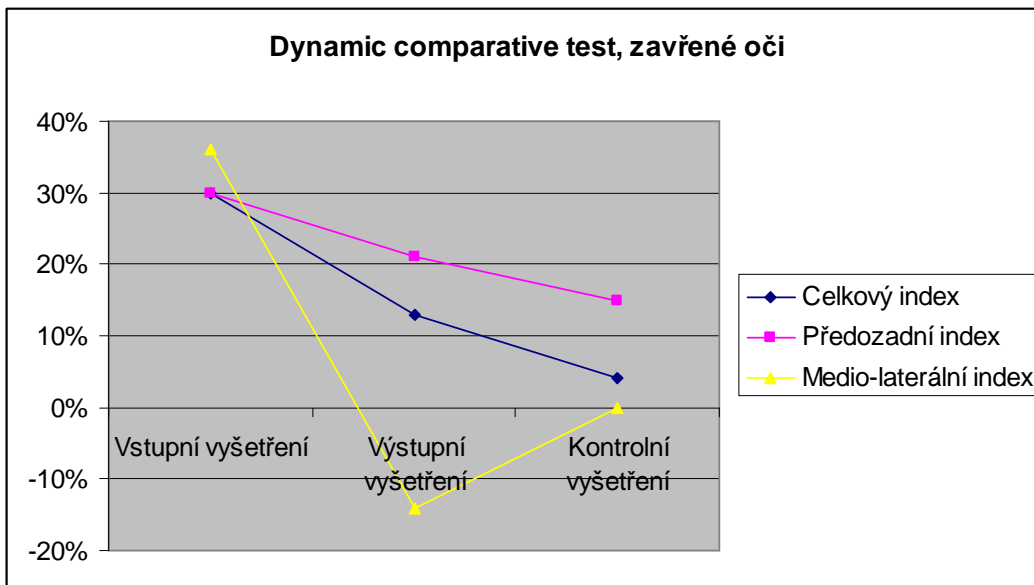
Příloha č. 6: Proband 1- Vyšetření limitů stability levé DK



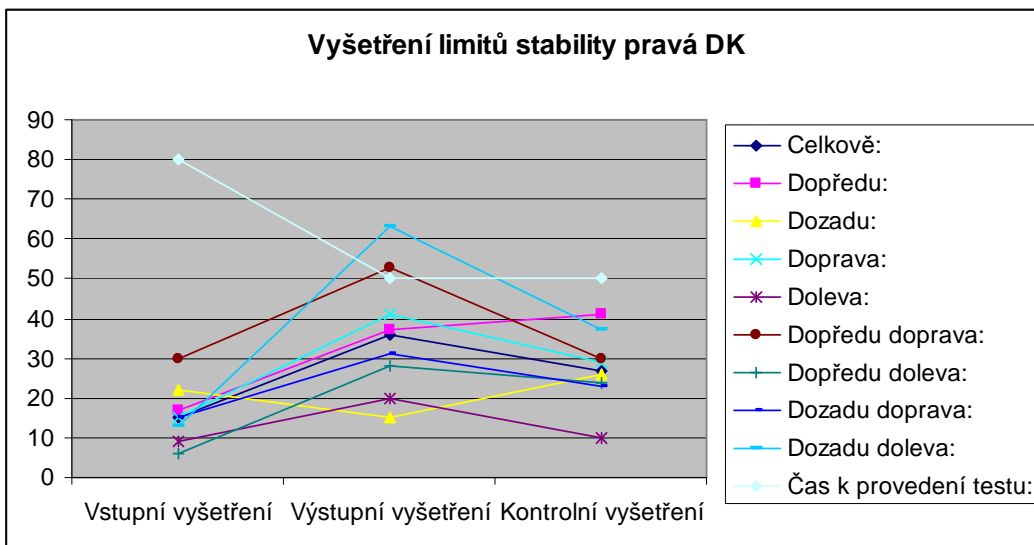
Příloha č. 7: Proband 1- Dynamický srovnávací test stability – otevřené oči



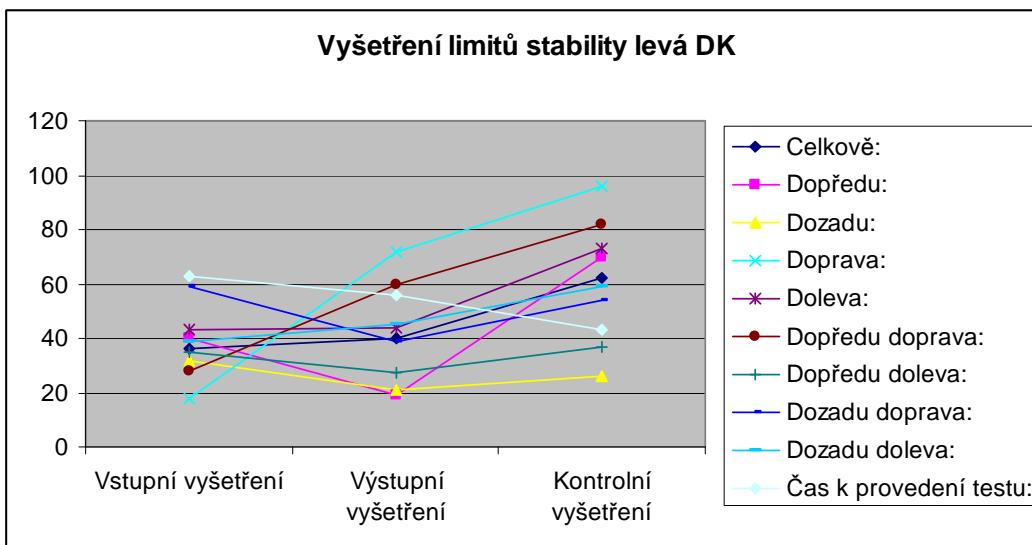
Příloha č. 8: Proband 1- Dynamický srovnávací test stability – zavřené oči



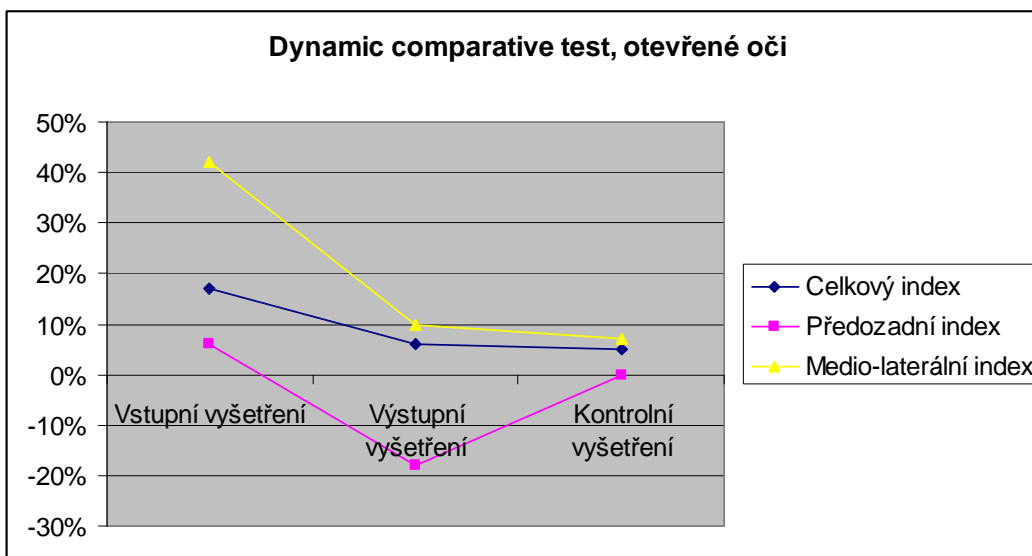
Příloha č. 9: Proband 2- Vyšetření limitů stability pravé DK



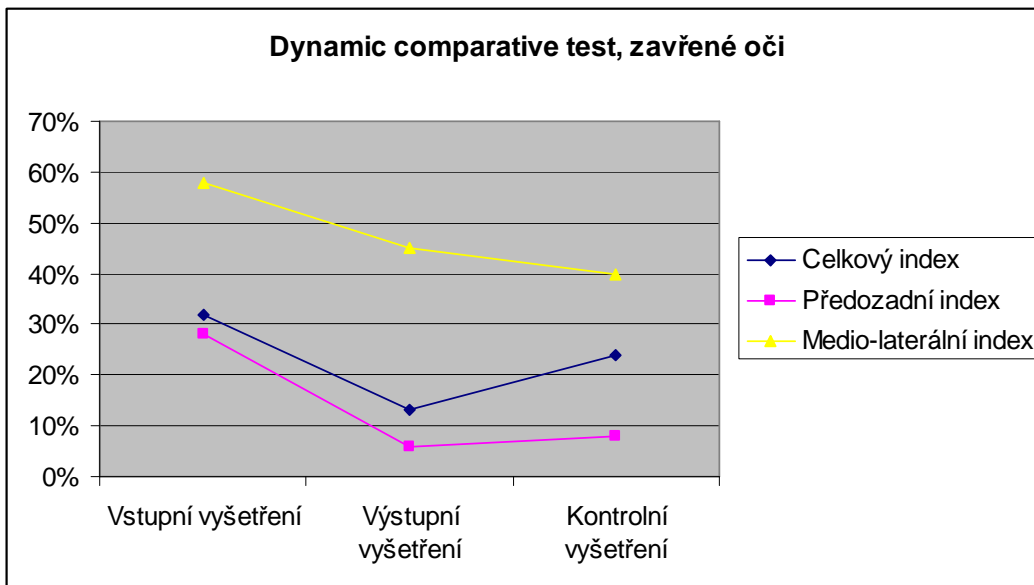
Příloha č. 10: Proband 2- Vyšetření limitů stability levé DK



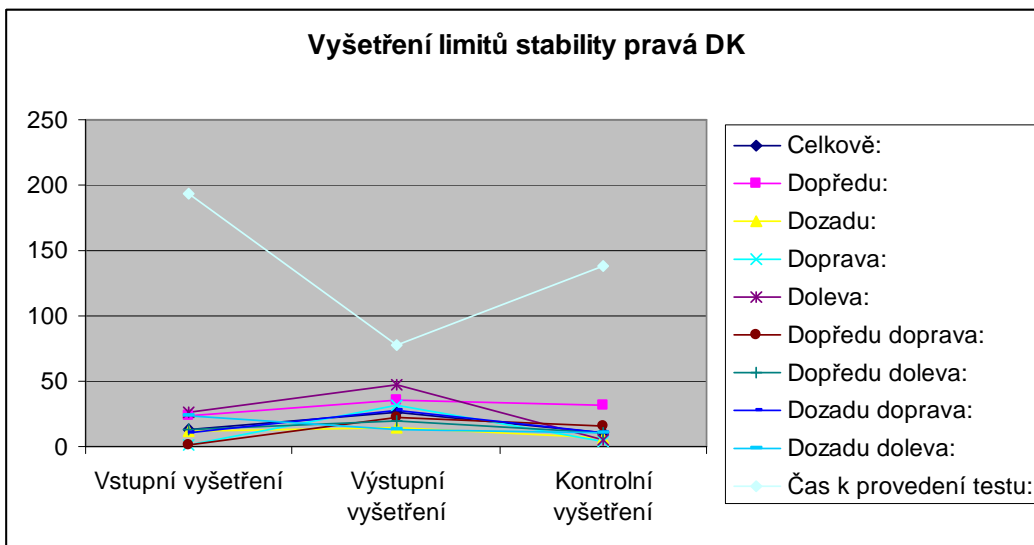
Příloha č. 11: Proband 2- Dynamický srovnávací test stability – otevřené oči



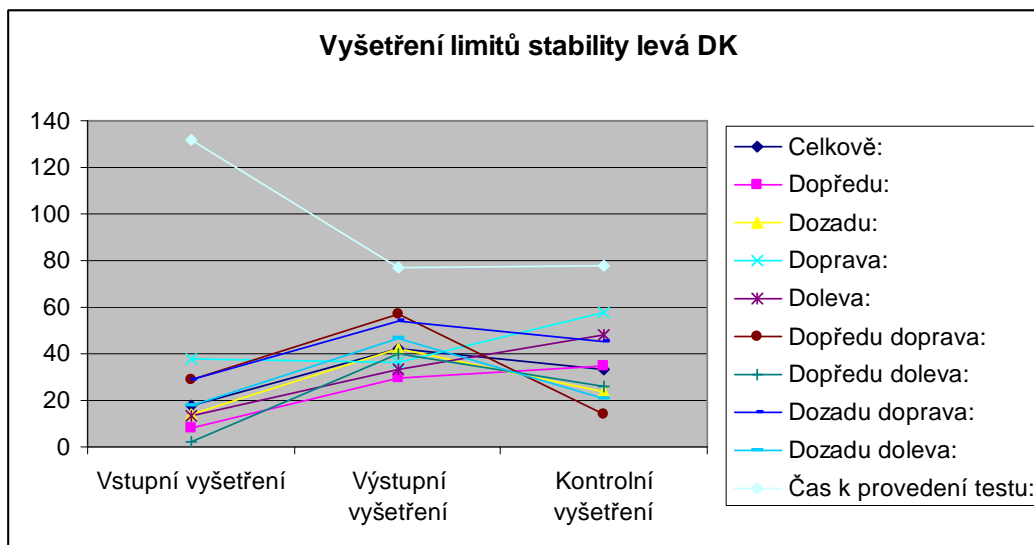
Příloha č. 12: Proband 2- Dynamický srovnávací test stability – zavřené oči



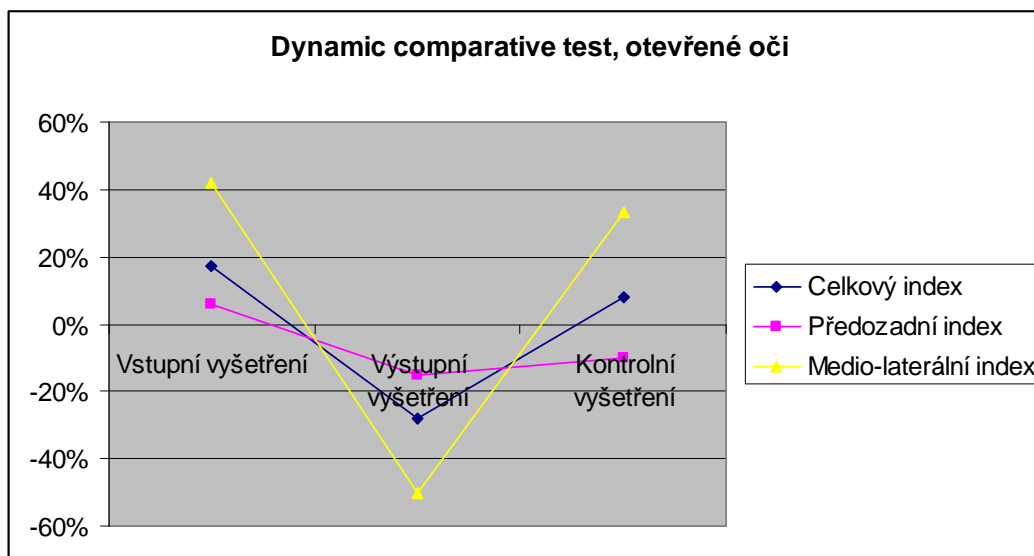
Příloha č. 13: Proband 3- Vyšetření limitů stability pravé DK



Příloha č. 14: Proband 3- Vyšetření limitů stability levé DK



Příloha č. 15: Proband 3- Dynamický srovnávací test stability – otevřené oči



Příloha č. 16: Proband 3- Dynamický srovnávací test stability – zavřené oči

