

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE
(bakalářská)

2007

Jiří Herbert Procházka

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

**POSTUPY SENZOMOTORICKÉHO VÝCVIKU APLIKOVANÉ DO
TRÉNINKOVÝCH JEDNOTEK VYBRANÝCH SPORTŮ**

Diplomová práce
(bakalářská)

Autor: Jiří Herbert Procházka, fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Josef Urban

Olomouc 2007

Jméno a příjmení autora: Jiří Herbert Procházka
Název diplomové práce: Postupy senzomotorického výcviku aplikované do tréninkových jednotek vybraných sportů.
Pracoviště: Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné kultury
Univerzity Palackého v Olomouci
Vedoucí diplomové práce: Mgr. Josef Urban
Rok obhajoby diplomové práce: 2007

Abstrakt:

V bakalářské práci jsem pozoroval možnosti využití senzomotorické stimulace a balančních cvičení pro prevenci zranění a zlepšení sportovního výkonu a jejich zařazení tréninkových jednotek vybraných sportů, zejména fotbalu. Zmínil jsem nejčastější zranění vyskytující se ve fotbale a basketbale. Popsal jsem mechanismy řízení pohybu a zapojení jednotlivých částí nervové soustavy do tohoto řízení a seznámil se základními principy a metodami senzomotorické stimulace. Uvedl jsem přehled vědeckých studií, které se zabývaly využitím těchto cvičení jak pro prevenci zranění, tak i pro zlepšení sportovního výkonu. Nakonec jsem zhodnotil výsledky jednotlivých studií a popsal aplikaci senzomotorických a balančních cvičení do tréninkové jednotky sportovního tréninku.

Klíčová slova:

proprioceptivní systém, balanční cvičení, senzomotorická cvičení, nestabilní plošiny, Posturomed, poranění kolenních kloubů, distorze hlezenních kloubů.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Written by: Jiri Herbert Prochazka

Title: Sensorimotor training methods applicable for training sessions of some sports

Department: Dept. of Physiotherapy, Faculty of Physical Culture, Palacky University, Olomouc

Thesis supervised by: Josef Urban, M.A.

Year presented: 2007

Abstract:

In this thesis I pursued the possibility of utilising sensorimotor stimulation and balance exercises so as to avoid injuries and improve on sporting performance. Furthermore, the purpose was to apply these methodologies to training sessions in certain sports, particularly football.

Firstly, the paper details how injuries were most frequently found to occur in two sports, these being football and basketball. Secondly, it describes mechanisms for controlling bodily movements and how individual parts of the nervous system contribute to this process. Furthermore, I have elaborated on elementary principals and methods of sensorimotor stimulation. Another feature to be included is a list of scientific works on the utilisation of such exercises, i.e. those that both prevent the incidence of injuries and build on sporting performance levels.

Finally, results from individual studies are assessed and I describe methods for applying sensorimotor and balance exercises within sports training sessions.

Key words:

Proprioceptive system, balance exercise, sensorimotor exercise, balance board, Posturomed® device, knee joint injury, ankle bone distortion.

I grant full permission for my dissertation to be filed by and lent out by a library.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Josefa Urbana, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etikety.

V Olomouci 27.4.2007

.....

Děkuji Mgr. Josefu Urbanovi za pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce.

Obsah

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL.....	10
3 MECHANISMY ŘÍZENÍ POHYBU	11
3.1 Svalový tonus	11
3.2 Proprioceptivní reflexy	12
3.2.1 Svalové vřeténko	12
3.2.2 Golgiho šlachová tělíska	13
3.2.3 Ruffiniho a Vater-Paciniho tělíska	14
3.3 Exterocepce	14
3.4 Opěrná motorika.....	14
3.4.1 Postojové reflexy.....	15
3.4.2 Vzpřimovací reflexy	15
3.4.3 Funkce mozečku v opěrné motorice	15
3.5 Řízení lokomoce.....	16
3.6 Volní motorika	16
3.6.1 Motorický kortex.....	17
3.6.2 Bazální ganglia.....	18
3.6.3 Funkce mozečku při řízení volní motoriky	18
4 Četnost zranění a jejich rizika ve vybraných sportech	19
4.1 Zranění ve fotbale.....	19
4.2 Zranění v basketbale	21
5 Senzomotorika.....	22
5.1 Senzomotorická stimulace	23
5.1.1 Návik „malé nohy“ a správného držení těla	25
5.1.2 Pomůcky senzomotorického cvičení.....	29
5.1.3 Posturální trénink E. Raševa	31
6 Balanční a senzomotorická cvičení ve sportu.....	36
6.1 První studie ve sportovním prostředí.....	37
6.2 Německé studie	39
6.3 Studie zaměřené na prevenci zranění	45
6.4 Senzomotorické cvičení ve sportovním tréninku	48

7 Závěr.....	51
8 Souhrn.....	52
9 Summary	53
10 Referenční seznam	54

1 ÚVOD

Již několik desítek let je sport nejen příjemným zpestřením volných chvil, ale také profesionální prací a hlavně velkým byznysem. Nároky na sportovce se v poslední době zvyšují geometrickou řadou. To, co dnes vnímáme jako normu sportovního výkonu, bylo v minulých dobách nedosažitelné. Je také téměř nemožné provádět více sportů na vrcholové úrovni, trendem je specializace na jednotlivé sporty. Proto dnes už nestačí vynikat pouze v té dané dovednosti. Sportovec musí mít komplexní základ různých sportovních odvětví, která mu pomáhají dílčími výsledky dosáhnout nejlepší výkon ve své specializaci. Tyto nároky samozřejmě zvyšují také nároky na pohybový aparát sportovce, který musí zvládat vyšší tréninkové dávky a zatížení, což si také vynutilo změnu tréninkových metod, do nichž se zařazují regenerační prvky a cvičení napomáhající k optimalizaci zdravotního stavu sportovce a také prevenci před zraněními.

V našich podmínkách se však tento komplexní přístup donedávna zaváděl až téměř v dospělosti. Paradoxně se dítě nutilo do specializace již v mladém věku a nedbalo se na jeho zdravotní stránku, jako je například strečink či správné držení těla a stereotypy pohybu. Až s postupem času a dospíváním jedince se do jeho tréninkových jednotek zavádělo širší spektrum pohybových aktivit a sportovních dovedností. To samozřejmě přinášelo velkou jednostrannou zátěž na vyvíjející se tělo a pohybový aparát a s tím související zdravotní potíže, které se mohou projevit až za několik let a vytvořit výrazný limit pro výkon sportovce, nebo v horším případě vedou k ukončení sportovní kariéry.

Aby se tomu zabránilo, začala se aplikovat různá cvičení například pro koordinaci pohybů, zlepšení rovnováhy a získání svalové síly v syntetických řetězcích, nikoliv analytickým posilováním pomocí činek. Tyto prvky jsou však stále poněkud vytržené z kontextu tréninkových jednotek daných sportů, a proto je snaha je specificky upravit pro jednotlivé aktivity tak, aby simulovaly prostředí a pohyby, které sportovec provádí v průběhu sportu a byla pro něj co nejpřirozenější.

2 CÍL

V této práci jsem se zaměřil na oblast prevence zranění pohybového aparátu u fotbalistů a basketbalistů na základě využití prvků senzomotorického výcviku.

3 MECHANISMY ŘÍZENÍ POHYBU

Schopnost pohybu je součástí celého života člověka a je to jedna z nejzákladnějších funkcí. Zdokonaluje se s vývojem nervové soustavy. Celý motorický projev je velmi organizovanou funkcí, ať již zajišťuje posturu nebo umožňuje jednoduché či složité pohyby a je i úzce spjat s psychikou a komunikací. Aktivita motorického systému se projevuje činností kosterního svalstva, které je ovládáno somatickou složkou nervové soustavy. (Ambler, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

Motorická aktivita kosterních svalů je řízena reflexně (reakce na dráždění receptoru – reflexní oblouk) a vědomě, tj. vzruchovou aktivitou vyvolanou samotnou CNS bez účasti informací z receptorů. Oba systémy se doplňují a kosterní svalstvo je řízeno jako celek, na čemž se podílí prakticky všechny oddíly CNS (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005; Králíček 2004).

Koordinace motorického pohybu je řízena na spinální úrovni pomocí reciproční inervace (při aktivaci motoneuronů agonistů se tlumí motoneurony antagonistů), záporné zpětné vazby (pomocí inhibičního interneuronu dojde k útlumu agonisty, který byl původně aktivován), dokonalejším řízením pohybu z vyšších etáží CNS nebo pomocí konečné společné dráhy, kde se uplatní všechny vlivy způsobující kontrakci svalu prostřednictvím alfa motoneuronů (Ambler, 2004).

3.1 Svalový tonus

Velmi důležitou roli pro veškerou hybnost má svalový tonus. Je to stupeň napětí ve svalech, který přetrvává i v klidovém stavu bez úmyslného vyvolání. To je způsobeno vzruchovou aktivitou alfa motoneuronů, která je důsledkem akčních potenciálů přicházejících k buňce jak eferentně z vyšších úrovní CNS, tak i aferentně z receptorů. Toto svalové napětí se nazývá reflexní tonus. Jako klidový tonus se označuje podklad elastických struktur svalu (Ambler, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005; Králíček 2004).

Tonus se nastavuje různě v každém segmentu těla podle jeho polohy v prostoru a zařizuje tak optimální výchozí pozici pro možnost aktivace svalu a tím pohybu. Svalový tonus má tendenci se neustále vychylovat od úrovně nastavené z vyšších oblastí CNS. Důvodem je řada vlivů přicházejících z vnitřního i vnějšího prostředí. Tyto nežádoucí

vlivy jsou blokovány pomocí regulačních obvodů, které kontrolují délku a napětí kosterního svalstva. Regulační obvody jsou součástí proprioceptivních reflexů. Na svalovém tonu je vybudován systém postojových a vzpřimovacích reflexů (Ambler, 2004; Dvořák, 2003; Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.2 Proprioceptivní reflexy

Mezi tyto reflexy patří myotatický a obrácený myotatický reflex. Jsou to regulační systémy, které minimalizují rozdíly mezi skutečnou a požadovanou hodnotou délky a tonu svalu. Jejich čidla se nazývají proprioceptory. Tyto receptory slouží pro určení polohy a pohybu jednotlivých částí těla. Informace jsou vedeny dráhami hlubokého cití, jejichž vlákna vstupují do zadních provazců míšních. Tento první neuron pak končí v prodloužené míše, odtud vychází druhý neuron, který se kříží v oblasti medulla oblongata a dále pokračuje jako lemniscus medialis do talamu. Odtud vybíhá třetí neuron, který je společný jak pro hluboké, tak i pro povrchové cití, a jako tractus talamocorticalis prochází přes capsula interna do gyrus postcentralis a parietálního laloku. Jako proprioceptory slouží svalové vřeténko, Golgiho šlachové tělísko, Ruffiniho a Vater-Paciniho tělíska. (Ambler, 2004; Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.2.1 Svalové vřeténko

Svalové vřeténko je uloženo v podélné ose mezi extrafuzálními vlákny v paralelním zapojení a reagují na pasivní protažení svalu. Čím větší je protažení svalu, tím větší je dráždění svalového vřeténka a naopak. Do CNS posílají informace jednak o rychlých změnách délky svalu, ale také informují o délce svalu při udržování určité polohy (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

Každé vřeténko je tvořeno několika intrafuzálními (prostřední část postrádá kotraktilní aparát) vlákny, které jsou obaleny vazivovým pouzdrem. Aferentní signály z něj jsou přenášeny dvěma typy nervových vláken.

Vlákna typu Ia končí v centrální oblasti obou typů vláken tzv. anulospirálním zakončením, které se označuje jako primární (Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

Tenká vlákna typu II končí na rozhraní centrální a periferní části vřeténka keříčkovitým zakončením, nazývané jako sekundární (Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

Jejich signály jsou zpracovávány na spinální úrovni v šedé hmotě míšni, systém funguje principem reflexního oblouku, kdy při podráždění svalového vřeténka vede k aktivaci alfa motoneuronů daného svalu (agonisty) a reciproční inhibicí dochází k útlumu antagonisty. Vedle toho také vysílají signály pomocí mediálního lemnisku do kortexu (viz. výše) a spinorebelárních a cuneocerebelárních drah do mozečku pro případ potřeby složitější regulace. Intrafuzální vlákna mají také svou vlastní motorickou inervaci pomocí gamma motoneuronů z předních rohů míšních. Tato inervace funguje jako autoregulační zpětná vazba, která pomáhá měnit zkrácení vláken svalového vřeténka přiměřeně ke změně délky svalu (extrafuzálních vláken) a tím udržuje dráždivost svalového vřeténka při nové výchozí délce svalu (Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.2.2 Golgiho šlachová tělíska

Jsou lokalizována ve šlaše při jejím spojení s masitou částí svalu, zapojená do série. Registrují napětí ve svaly při aktivní kontrakci i při pasivním natažení svalu. Fungují jako senzor při zpětnovazebném regulačním obvodu, který kontroluje napětí svalu. Při podráždění šlachového tělíska dojde k inhibici alfa motoneuronů daného svalu (Králíček, 2004).

Informace přenáší nervové vlákno typu Ia, které se v tělísku větví a opřádá jednotlivá vlákna. V míše vytváří axon buňky spoje s inhibičním interneuronem pro alfa motoneurony daného svalu, dále s excitačním interneuronem pro alfa motoneurony antagonistů (princip reciproční inervace) a také se signál šíří do kortexu pomocí zadních provazců míšních a mediálního kortexu a spinorebelárních a cuneocerebelárních drah do mozečku (Králíček, 2004).

3.2.3 Ruffiniho a Vater-Paciniho tělíska

Nacházejí se jak v kůži (corium, resp. tela subcutanea), tak i v kloubních vazech a pouzdrech (Ruffiniformní a Paciniformní tělíska), a reagují na mechanické dráždění daných struktur. Ruffiniho tělíska se vyznačují pomalou adaptací, naproti tomu Vater-Paciniho tělíska se adaptují velmi rychle a to jim umožňuje detekovat vibrace. Zatímco Golgiho šlachové tělísko a svalové vřetenko informují o statestésii, Ruffiniformní a Paciniformní tělíska informují o kinestézii (Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.3 Exterocepce

Zahrnuje tzv. kožní cití, které obsahuje receptory pro mechanické podněty (taktilní), tepelné (termocepce – Ruffiniho tělíska pro teplo, Krausseho tělíska pro chlad) a bolestivé podněty (nocicepce). Jsou rozprostřeny po celém povrchu těla mají schopnost detekce více signálů působících z prostředí na tělo. Jsou to buď volně zakončená nebo různě opouzdřená myelinizovaná nervová zakončení. Svou roli hrají u vzpřimovacích a postojových reflexů. Jejich signály jsou přenášeny pomocí dráhy povrchového cití, která vbíhá do zadních rohů míšních, procházejí přední šedou komisurou na kontralaterální stranu. Zde se napojuje druhý neuron, který jako tractus spinothalamicus vstupuje do talamu a v něm se spojuje s dráhou hlubokého cití. (Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.4 Opěrná motorika

Specifitou člověka je vzpřímené držení těla, jehož zajištění má reflexní charakter. Je to systém zpětných vazeb, které nastavují svalový tonus tak, aby udržel těžiště těla v oblasti nad opěrnou bází a zároveň shodný s vektorem zemské tíže. Pro tyto síly neexistuje v těle žádný specifický receptor, který by do nervové soustavy přiváděl potřebné informace. CNS čerpá nejvíce informací z proprioceptorů, vestibulárního aparátu a zraku. Menší měrou se také podílí zbytek všech senzorických receptorů. opěrná motorika je zprostředkována reflexně, na jeho řízení se podílí hybné centra mozkového

kmene s descendními drahami vestibulospinální a retikulospinální, dále vestibulární jádra (Králíček, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.4.1 Postojové reflexy

Jak bylo zmíněno výše, základem je svalový tonus, který je zajišťován proprioceptivními spinálními reflexy a gamma systémem. Do postojových reflexů se řadí lokální statické reakce (zpevňují klouby končetin pro unesení váhy těla na podkladě dráždění taktilních receptorů), segmentální statické reakce („zkřížený extenzorový reflex“ – algický podnět vyvolá flexi drážděné končetiny a extenzi kontralaterální končetiny pro udržení vzpřímeného postoje) a celkové statické reakce, do nichž se patří tonické šíjové reflexy (drážděním proprioceptorů v hlubokých šíjových svalech), tonické labyrintové reflexy (dráždění statického čidla – udržení vzpřímeného postoje v klidu) a fázické labyrintové reflexy (z kinetického čidla – zajištění postoje při rychlých pohybech jako je běh, skok, otáčení) (Králíček 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.4.2 Vzpřimovací reflexy

Jsou vyšší koordinací statických reakcí, se kterými mají stejnou aferentaci. Jako regulační podnět zde působí gravitační síla země. Jejich účelem je návrat těla do vzpřímené polohy, nejprve se do této pozice dostane hlava podrážděním vestibulárního aparátu a taktilních receptorů (labyrintový vzpřimovací a tělový vpřimovací reflex). Trup však zůstává v laterální pozici, tím se podráždí šíjové svalstvo, což má za následek napřímení hrudníku a beder (šíjový vzpřimovací reflex) (Králíček 2004).

Kinetické čidlo svým informováním o pohybech hlavy hraje důležitou roli pro okohybné nervy, z čehož plyne, že ani při složitých pohybech a velkých rychlostech se zrakové osy snaží udržet fixační bod. To se označuje jako tzv. kompenzační postavení očí (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.4.3 Funkce mozečku v opěrné motorice

Mozeček je regulátor, který zabezpečuje koordinaci pohybu, rovnováhu a také svalový tonus. Je připojen jak k motorickým tak i k senzitivním drahám. V opěrné

motorice je zodpovědný za optimalizaci reflexů polohy. Část vestibulární dostává vlákna z vestibulárního aparátu a jader pomocí přímé (tr. vestibulocerebellaris directus) a nepřímé (tr. vestibulocerebellaris indirectus) dráhy, které ho informují o poloze a pohybech hlavy. Tyto informace jsou přenášeny také do retikulární formace (nc. fastigii), na níž navazuje vestibulospinální dráha ovlivňující aktivitu motoneuronů šíjových a zádových svalů. Tím mozeček ovlivňuje sestupné míšní dráhy mediální (Ambler, 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

Spinální mozeček zpracovává informace z proprioceptorů a vztahuje se k řízení svalového napětí a aktivaci inhibičního systému sestupného retikulární formace. Spinocerebelární dráhy se dělí z hlediska funkce na rychlé, které přenáší informace z proprioceptorů a informují přesně o pohybech, a na pomalé, jež informuje o aktivitě specifických míšních interneuronů z reflexních oblouků. Dorsální spinocerebelární dráha přivádí do mozečku signály z proprioceptorů dolních končetin a dolní poloviny trupu. O informacích z horní končetiny a horní poloviny trupu se stará tr. cuneocerebellaris. (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.5 Řízení lokomoce

Lokomoce může probíhat bez zpětné vazby z periferie, tudíž ji nelze považovat za reflexní děj. Je řízena generátory vzorce pohybu, které jsou uloženy v míše zvlášť pro každou končetinu. Jejich aktivaci řídí mesencephalická lokomoční oblast retikulární formace, která určuje i charakter lokomoce (běh, chůze apod.) (Králíček 2004).

Ačkoliv není lokomoce dějem reflexním, jsou pro ni informace z proprioceptorů velmi důležité. Při jejich vyřazení dochází k poruše a změně lokomoce. Proto se odhaduje, že jejich role je doladovat motoriku pohybových vzorců tak, aby byl pohyb sladěn s terénem, na kterém se lokomoce uskutečňuje (Králíček 2004).

3.6 Volní motorika

Úmyslný pohyb je řízen mozkovou kůrou, bazálními ganglii a mozečkem. Pro člověka představují základní prostředky pro komunikaci a práci.

3.6.1 Motorický kortex

Motorická kůra je rozáhlá oblast frontálního laloku, kterou můžeme rozdělit na tři oblasti:

- Primární motorická korová oblast (MI)
- Premotorická korová oblast (PM)
- Doplnková motorická oblast (SMA)

(Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

MI má svou specifickou organizaci, která se popisuje motorický homunculus. Její stimulace vyvolává kontralaterální pohyby. Přední část MI je pod vlivem signálů z proprioceptorů, kdežto zadní část je ovlivňována kožními receptory. Naproti tomu eferentní spojení směřují do podkorových struktur, hlavně do striata, talamu, retikulární formace a jako přímý tractus corticospinalis do míchy (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

PM vyvolává pohyby, které jsou ve srovnání s MI hrubší s komplexním charakterem, jako jsou otáčivé pohyby hlavy, trupu, elevace končetin apod. Aference přichází z talamických jader a dostává také informace ze zrakových oblastí. Eferentní vlákna vybíhající z této oblasti směřují hlavně do retikulární formace, nucleus ruber a nucleii pontis. PM má význam pro kontrolu pohybů řízených zrakem (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

SMA vyvolává izolované pohyby končetin, rytmické a rotační pohyby. Podílí se také na programování pohybů, nazývá se tzv. supermotorickou areou. Pohyb, který je závislý na vnitřním stavu organismu, je řízen doplnkovou korovou oblastí, kdežto aktivita související se změnami v okolí je pod kontrolou premotorické oblasti (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

Informace z korové oblasti jsou prvotním impulzem, který je různými korekcemi doveden až na alfa motoneuron. Tyto korekce jsou prováděny regulačními mechanismy nižších oddílů CNS (mozeček, retikulární formace, spinální mícha) pomocí zpětných vazeb, které v důsledku znamenají přesné a jemné provedení pohybu (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.6.2 Bazální ganglia

Bazální ganglia (nc. Caudatus, Putamen, Globus pallidus, nc. Subthalamicus a Substantia nigra) se uplatňují při řízení motoriky hlavně v plánování a programování úmyslných pohybů společně s mozečkem a kortexem. Obecně lze říct, že bazální ganglia mají tlumivý účinek na motoriku a to působením na činnost neuronů v mozkové kůře, nebo ovlivněním informací z nižších etáží CNS. Aktivují se zejména u takových situací, kdy je potřeba vybrat správnou možnost pohybu z několika variant. Naopak se neaktivují, pokud je pohyb prováděn pod senzorickou kontrolou (Králíček 2004; Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

3.6.3 Funkce mozečku při řízení volní motoriky

Mozeček je centrem koordinace téměř všech funkcí mozku a dopomáhá k optimálnímu provedení všech těchto funkcí. Při řízení volní motoriky se uplatňuje hlavně neocerebellum. Aferentní vlákna do neocerebella přichází z prefrontální, primární motorické i senzomotorické oblasti, z asociační zrkové i sluchové oblasti, mozkového kmene a limbického systému. Dostává informace z proprioceptorů a kůže pomocí zadních rohů míšních a spinocerebelární dráhy, což je důležité pro řízení volní motoriky. Eferentní vlákna směřují hlavně do nc. Caudatus, odkud míří přes talamus (dále integruje signály z míchy, mozkového kmene a bazálních ganglií) do primární motorické oblasti, asociační oblasti frontálního a parietálního laloku. Další projekce vedou do talamu a k jádrům okohybných nervů. Pro motoriku jsou důležité spoje jak s kortexem, tak s jádry mozkového kmene, kde začínají sestupné dráhy do šedé hmoty míšní. Z toho plyne, že mozeček má možnost se účastnit na začátku i kontrole pohybu (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005).

4 Četnost zranění a jejich rizika ve vybraných sportech

Pro tuto práci byl zvolen jako hlavní sport fotbal. V této práci je pro příklad vybrán také basketbal. Oba sporty se vyznačují vysokou oblibou u lidí po celém světě ale také vysokým počtem zranění. Zdánlivě tyto dva rozdílné faktory spolu mohou úzce souviset. V obou sportech je z důvodu popularity zařazováno každým rokem více a více zápasů, aby bylo divákovi nabídnuto co nejvíce zábavy. To má logicky za následek přetížení pohybového aparátu a větší počet zranění specifických struktur. Oba sporty mají své charakteristicky nejčastější zranění.

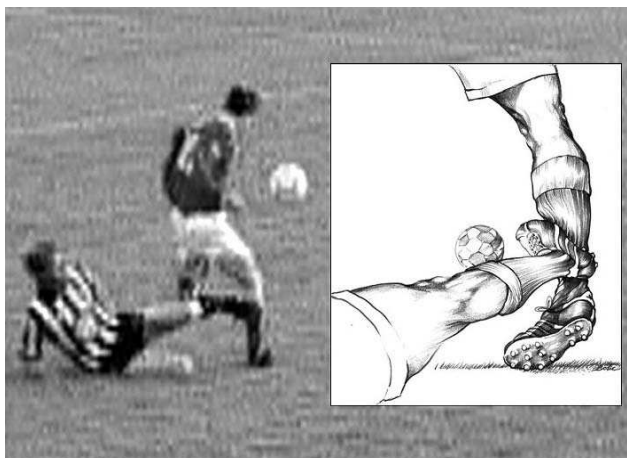
4.1 Zranění ve fotbale

O statistickém zpracování údajů o typu zranění a jejich mechanismech vzniku se v posledních letech vyskytuje řada studií, které se snaží ozřejmit příčiny zranění z mnoha úhlů pohledů. Téměř všechny jsou zpracovány na popud prudkého zvětšení počtu zranění a volání po prevenci a zároveň uvádí jako prvopočátek prevence právě zmapování zranění. Andersen (2005) však upozorňuje, že do popisu příčiny zranění je nutno brát v úvahu všechny aspekty, které ke zranění vedly, jako je například daný moment ve hře, chování hráče i protihráče a biomechanické nastavení a chování jak kloubů, tak celého těla v momentu zranění.

Studie provedená Häglundem (2005) v profesionálních klubech evropské kopané, které se účastnili i nejprestižnějšího evropského poháru Ligy Mistrů, přinesla vcelku očekávané výsledky a sice, že 87% všech zranění ve fotbale se vyskytují na dolní končetině a vůbec nejčastějšími úrazy jsou kontuze hamstringů, popř. přímého stehenního svalu, poranění kolene, nejčastěji ligamentum collaterale mediale a jako třetí nejčastější zranění uvádí distorzi hlezenního kloubu. Stejných výsledků se ve své studii dobral i Price (2004), který se však zaměřil na mládežnické kategorie v Anglických fotbalových akademiích. Příčinu zranění stehenních svalů vidí jednak velkou námahu při kopu do míče, akceleraci a změně směru při běhu (kterých hráč v zápase provede průměrně přes 1000), ale také z důvodu funkce stabilizátorů při pohybu pánve a jejich součinnosti s břišním svalstvem.

Marshall (2005) se zabýval závislostí předchozích zranění na riziku dalších zranění. Došel k závěrům, že hráči, kteří utrpěli jedno zranění hlezna, měli dvojnásobně vyšší riziko než hráči bez předchozích zranění. Hráči, kteří měli předchozí dvě a více zranění hlezna, měli až čtyřnásobně vyšší riziko dalších zranění. Obecně jsou recidivní úrazy celkem 17% ze všech úrazů, z toho je drtivé procento distorze hlezna.

Distorze je nejčastěji způsobena extrémní supinací. Jedna čtvrtina všech distorzí je zapříčiněna přímým kontaktem s protihráčem, který se snaží získat míč a atakuje hráče tzv. „skluzem“ při vedení míče popř. při odehrání míče či střele, kdy dojde ke ztrátě stability zapříčiněné neočekávaným pohybem těsně před dopadem, viz obr 1. (Andersen, 2004).



Obrázek 1. Distorze po kontaktu s protihráčem – „skluzem“ (Andersen, 2004)

Studii, v níž byl porovnán počet zranění v různých evropských regionech, provedli Junge s Dvořákem, kteří se pokusili odhalit rozdíly ve zranění u juniorů v České republice a německo-francouzském regionu Alsasko. Ani tato studie však nepřinesla žádné nové poznatky o typech zranění a nijak se nelišila ani četnost zranění v těchto regionech navzájem. Pouze v České republice bylo zaznamenáno, že čeští hráči trénují intenzivněji než v regionu Alsasko a také procento zranění zapříčiněných kontaktem s protihráčem bylo vyšší v České republice, což zřejmě nebude v důsledku klimatu či jiných faktických podmínek, nýbrž stylem výchovy hráčů, ale to již přesahuje hranice zájmů této práce.

V posledním desetiletí se také vyvinul nový povrch, tzv. umělá tráva, na kterém je možno hrát zápasy i za nepříznivého počasí, hlavně v zimním období. Umělá tráva má

své specifické vlastnosti, které ve své studii hodnotil Häglund (2006) ve vztahu ke zraněním. Na tomto povrchu se díky své velmi špatné skluzové vlastnosti umělých vláken prudce zvedl výskyt distorzí hlezenních kloubů, který se navýšil až o 200%! Oproti tomu však měkkost vláken snížila výskyt jiných poranění (hlavně hlavy) a celkový počet všech zranění je stejný jako na přírodním povrchu, ba dokonce i nepatrně nižší.

Hráč z juniorských kategorií měl průměrně 0,9 zranění na sezonu a chyběl v průměru 21 dní, což činí v přepočtu 6% sezony. Z toho plyne, že v případě desetileté kariéry ztratí celý jeden rok jen kvůli zraněním. Profesionální hráči chyběli průměrně 24 dní a na jednoho hráče připadlo 1,9 zranění na sezonu. Z těchto čísel se dá vyčíst, že profesionální hráči se vraceli rychleji do hry než junioři, ale měli dvojnásobně větší počet zranění. Z toho lze usuzovat, že doléčení nebylo vždy úplné a tlak na návrat hráče byl pochopitelně velký (výsledkový, finanční). U juniorů byl menší počet zranění, která se však léčila bez jakýchkoliv urychlení a čísla potvrzují, že tato metoda zdravotnímu stavu prospěla (Hawkins, 2001; Price, 2004).

4.2 Zranění v basketbale

Údaje o zraněních v basketbalu jsou více středem pozornosti ve Spojených státech, což je pochopitelné vzhledem k přítomnosti nejprestižnější basketbalové soutěži, NBA. Studii přímo v této soutěži provedl Starkey (2000) a zjistil, že s trochou nadsázky je pro basketbal synonymem distorze kotníku. Ale jinak jsou výsledky podobné se studiemi provedenými ve fotbale. Většina zranění byla na dolních končetinách, nejčastějšími úrazy byli distorze hlezenních kloubů a úrazy kolenních kloubů – zranění v tomto kloubu se často stávají při dopadu, kde na koleno více působí torzní síly (Louw, 2006). Oproti fotbalu ale v této studii byli jako třetí nejčastější důvody přerušení herního cyklu potíže se bederním úsekem zad a diskopatie. Tato poněkud překvapivá složka jistě koreluje s markantním výškovým rozdílem hráčů basketbalu a fotbalu.

Vysoký počet distorzí hlezna je podle McKaye (2001) důsledkem téměř nulové skluzové složce palubovky, ale hlavní příčinou je špatné došlápnutí popř. došlápnutí na cizí nohu po dopadu při doskocích míče, kterých je v basketbalovém utkání nespočet jak v útočné, tak i v obraně fázi, kdy je pod košem na malém prostoru až 8 hráčů. Mechanismus distorze je zde vesměs totožný s mechanismem vzniku výronu ve fotbale. Rozdílnost ale nalezneme v počtu předchozích zranění. Téměř tři čtvrtiny všech

basketbalistů v této studii mělo již dříve jeden či více distorzí hlezna!! Jeho zranění vedou k pocitům omezení, nejistoty, bolesti a slabosti. Vzhledem k výše uvedenému riziku recidivy je toto číslo alarmující! Řešení těchto potíží se snažili hráči najít v zevní fixaci, kdy dvě třetiny těchto hráčů používalo ortézu. Wang et al (2006) zjistili, že vysoké střídání posturálních výkyvů vede k většímu riziku distorze a zároveň by doporučoval v předsezónních přípravných kempech vložit senzomotorický trénink, po jehož použití v přípravných kempech se v sezoně snížil počet distorzí!

McKay (2001) také přinesl zajímavé výsledky, kdy zveřejnil rizikové faktory pro vznik distorze v hleznu. Těmito faktory je dřívější zranění, které bylo zmíněno již výše. Dalším faktorem je obuv, která obsahuje vzduchovou buňku pro odpružení paty. V jeho studii však chyběl detailnější popis, jakým principem tato bota podporuje vznik zranění v hlezenním kloubu. Jako třetí faktor uvádí nedostatečné protažení bérce svalů. Tento faktor však dodává pouze jako domněnku, protože zařazení strečinkových cvičení do rozcvičky před zápasem výrazně nesnížilo počet distorzí.

5 Senzomotorika

Centrální nervová soustava dostává informace potřebné ke kontrole pohybů ze tří systémů. Kromě vestibulárního aparátu a zrakové kontroly to je hlavně senzomotorika. „Příjem informací významných pro hybnost, jejich zpracování a integrace v CNS až po výstup projevující se svalovou činností bývá souhrnně nazýván senzomotorika“ (Trojan, Druga, Pfeiffer & Votava, 2005, 32). Tato definice je však poněkud špatně formulována. Významnost informací přijatých pomocí receptorů (ať už proprio- či exteroceptorů) vyhodnotí až CNS. Z této definice však vyplývá, že tuto roli už rovnou plní receptory. Důležitou informací, která chybí v této definici, je také způsob doladování přesnosti pohybu pomocí zpětnovazebních okruhů (viz. výše).

Funkce proprioceptorů je popsána výše, vestibulární systém získává informace z polokruhovitých kanálků vnitřního ucha a labyrintu a pomáhá tím udržovat rovnováhu těla. Zrakový systém poskytuje fixační body pro orientaci v okolí a podává zpětnou vazbu v prostoru. Jeho důležitost se jednoduše ověří pomocí testu stoje na jedné dolní končetině, kdy po zavření očí dojde k výrazné nestabilitě, chvění nohy a kývání se celého těla (Anderson, n.d.).

Provedení pohybu je vždy závislé na informacích, které poskytují všechny tři systémy. Pokud informace z jednoho systému nejsou převáděny dál, výsledná reakce těla nemusí být optimální. Může dojít k nesprávnému řízení pohybů, jejich neekonomickému provedení a může dojít situacím, kdy nedostatečná reakce svalů může vést až ke zranění pohybového aparátu. Nestabilita v kloubu (a na ni přímo navazující nekoordinovaný pohyb) se nemusí projevit při pasivním pohybu, ale objeví se až při aktivní motorické akci, kdy se projeví špatná koordinace svalových skupin provádějících pohyb (Anderson, n.d; Rašev 1999).

Jak uvádí Anderson (n.d.) ve své práci, klíčová role proprioceptivního systému vysvětluje, proč mají sportovci sklony k opakovaným zraněním určitých kloubů. Například při distorzi kotníku se neporuší jen struktura kloubu a měkkých tkání, ale také mechanoreceptory rozprostřené v oblasti kotníku, kinestezie v oblasti hlezenního kloubu klesá a tím pádem se snižuje „informovanost“ CNS o poloze a pohybu kotníku v prostoru a zhorší se tím možnost adekvátní reakce svalového aparátu. Jako výsledek zůstává hlezenní kloub relativně nestabilní dlouho poté, co se poškozené vazy uzdravily. Pojem propriocepce zavedl v roce 1906 Sherrington jako označení vnímání polohy a pohybu. Jak vidno, postupem času se význam tohoto slova významně rozšířil a nyní zahrnuje téměř celý aferentní systém (Janda, Vávrová 1992).

5.1 Senzomotorická stimulace

První metody uvažovali pohybové ústrojí pouze jako efektor CNS, ale zjistilo se, že pohyb se nedá dobře provést bez pomoci aferentace. Na vztah mezi poruchou kloubu a poruchou koordinace zřejmě jako první upozornil v roce 1930 Kurz, poté v roce 1965 anglický ortoped Freeman propracoval aspekty traumatologie kloubu a ligament. Přišel z poznatkem, že úraz hlezenního kloubu vede ke změně (útlumu) aferentace, která má za následek svalovou inkoordinaci a ta vede k instabilitě kloubu. Také zavedl vyšetření koordinace testem stoje na jedné dolní končetině a balanční cvičení na úsečích. Další podrobnější zpracování této problematiky provedli francouzští fyzioterapeuté Hérveou a Messeane v roce 1976. Na jejich zpracování poté navázal v roce 1970 český rehabilitační lékař profesor Vladimír Janda s rehabilitační pracovnící Marií Vávrovou, kteří uplatnili neurofyziologické poznatky o proprioceptorech, exteroceptorech a motorickém učení. Svou metodiku nazvali senzomotorickou stimulací, protože nejde pouze o facilitaci

receptorů, ale také o aktivaci podkorových center, které se podílejí na řízení motoriky (Janda, Vávrová 1992).

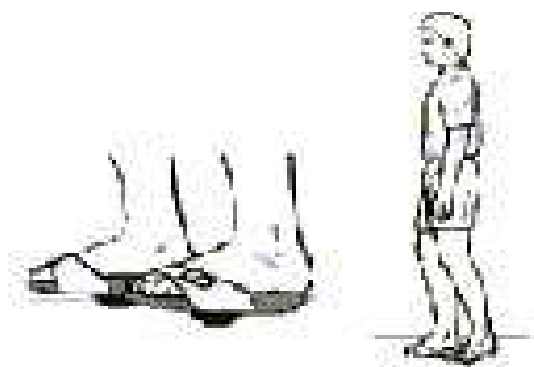
Senzomotorická stimulace vychází ze dvou stupňů motorického učení:

- Snaha zvládnout nový pohyb – Na tomto procesu se významně podílí mozková kůra a tudíž je tento způsob řízení pohybu velmi unavující.
- Přesun řízení pohybu do podkorových center – CNS se tohoto kroku snaží dosáhnout ihned po dosažení základního provedení pohybu.

Řízení pohybu podkorovými centry (Bazální Ganglia) je sice méně únavné, ale jednou naučený pohybový stereotyp se však velmi špatně mění. Cílem senzomotorické stimulace tedy je dosažení neoptimálnější aktivace svalů ve správné intenzitě a časovém sledu tak, aby byl pohyb řízen bez nutnosti kortikální kontroly. Toho se dosahuje pomocí aktivace proprioceptorů a center, které se podílejí na korekci stoje a přesném koordinovaném provedení pohybu(Janda, Vávrová 1992).

Pro regulaci správného držení těla jsou důležité informace z receptorů plosky nohy a šijových svalů. Šijové svaly mají mnohonásobně víc proprioceptorů než ostatní svaly a jsou považovány za svaly rovnováhy. Receptory z plosky se nejlépe facilitují pomocí aktivace m.quadratus plantae, což vede ke zvýraznění podélné klenby a tím i jiným postavením všech kloubů na noze, v nichž se také upravuje rozložení tlaků. To má za následek optimalizaci signálů z proprioceptorů. Cvičení pro tuto aktivaci se v praxi nazývá „malá noha“, která by měla být základem veškeré senzomotorické stimulace a správného držení těla. Toto postavení má také vliv na správné postavení vyšších segmentů a je důležitá pro odpružení chodidla při chůzi. Takto formované chodidlo provádí krok přes patu po vnější hraně plosky, pokračuje na I. Metatars a přes prsty, které ukončují opěrnou fázi kroku. U nesprávně naformované nohy chybí fáze opory o vnější hranu plosky. Tato zmenšená plocha opory vede k výrazně snížené signalizaci z proprioceptorů. Už jen pouhé zvládnutí tohoto cviku může přinést pozitivní výsledky (Janda, Vávrová 1992, Libenson, n.d.).

Pro stabilitu je také důležitá rychlost kontrakce svalů, které zabezpečují svalovou ochranu kloubů. K tomu může také přispět senzomotorická stimulace. To prokázal Janda při týdenním nácviku chůze v balančních sandálech (Obrázek 2). Po tomto tréninku se schopnost svalu dosáhnout maximální kontrakci zkrátila urychlila přibližně dvakrát (Janda, Vávrová 1992).



Obrázek 2. Nácvik chůze v balančních sandálech (liebenson, n.d.)

5.1.1 Nácvik „malé nohy“ a správného držení těla

Podle Jandy a Vávrové jsou nejdůležitější cvičení ve vertikále, protože ve vertikále člověk provádí nejčastější činnosti – stoj a chůzi. Před tímto cvičením je ale nutné ošetřit všechny tkáně a klouby na periferii, aby došlo k normalizaci stavu. Dále je potřeba se řídit danými zásadami a sice, že se postupuje od distálních částí(chodidlo) proximálně (hlava a ramena). Také je vyžadováno cvičení na boso a pochopitelně by nemělo působit bolest, ani cvičení přes únavu není žádoucí. Pozornost se stále věnuje tem oblastem důležitým pro správné držení těla a to jsou chodidlo, pánev a ramena. Důležitá je korekce pacienta ve správném držení těla, pacient by si měl uvědomit polohu všech segmentů, získání zkušeností, aby byl poté sám schopen zaujmout toto postavení. Každý cvik se pacient učí nejdříve na stabilní podložce. Po jeho zvládnutí se stejný cvik praktikuje na labilní ploše(Janda, Vávrová 1992).

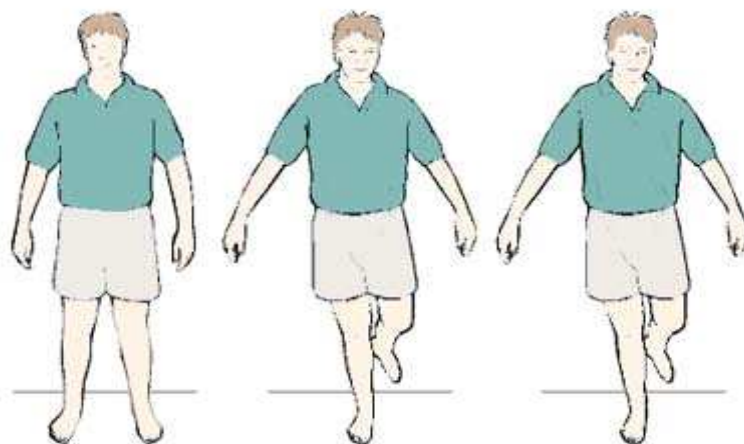
Při nácviku malé nohy podle Jandy a Vávrové (1992) i Liebersona (n.d.) je důležitá aktivace m.quadratus plantae pokud možno izolovaně bez aktivace dlouhých flexorů prstů. Nácvik se začíná v sedě tzv. modelováním. Terapeut se snaží zkrátit chodidlo v podélné i příčné ose (Obrázek 3) . Poté se pacient snaží o totožný pohyb s pomocí fyzioterapeuta. Zde dochází k prvním korekcím v provedení (vyvarování se flexe prstů). Jako usnadnění tohoto pohybu může terapeut docílit tlakem na první a pátý metatarz, čímž se zvýší příčná klenba nožní.Jako poslední stupeň nácviku malé nohy provede pacient pohyb sám bez dopomoci terapeuta, který může v první fázi pohybu

stimulovat dorsum nohy dotekem nebo tlakem. Zde je nutno upozornit pacienta na další častou chybu a to zvedání metatarzů od podložky.

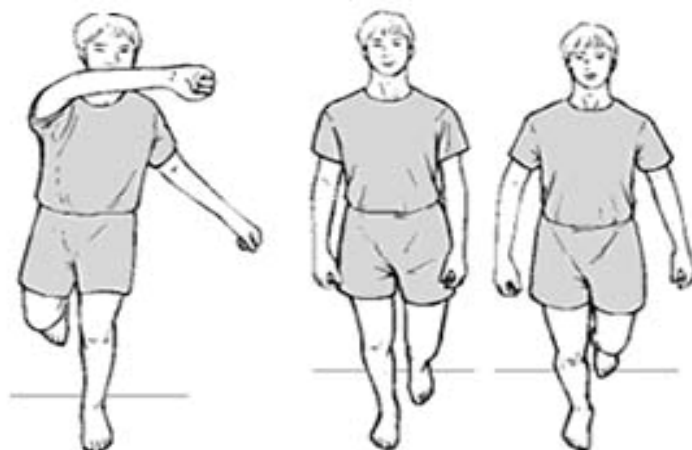


Obrázek 3. pasivní nácvik malé nohy (liebenson, n.d.)

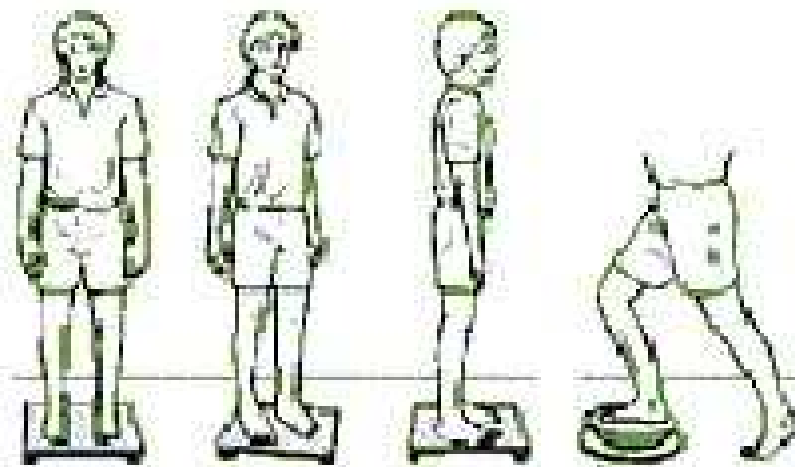
Po zvládnutí nácviku malé nohy aktivně bez chyb v sedě následuje udržení aktivace nohy v obtížnější posturální poloze, kterou je stoj. Ve stoju terapeut zkoriguje pacienta do správného držení těla, v této fázi by měl pacient vnímat svou polohu, získat co nejvíc zkušeností, aby byl poté dokázal sám automaticky zaujmout správné držení. Jakmile pacient zvládne stát ve správném držení těla, mohou se použít další prvky, které vytvoří obtížnější podmínky pro udržení stability. Může to být stoj se zavřenýma očima popř. se pacient začne mírně pohupovat v hlezenních kloubech (nejdříve předozadním a poté v laterálním směru), paty jsou však stále v kontaktu s podložkou. Jako další progresse poslouží nácvik podřepů, výpadů, stoje na jedné noze s otevřenýma i zavřenýma očima, nácvik cviků na nestabilních plošinách a zapojení horních končetin do cvičení (viz. obrázky 4 – 7). Tyto cviky se zařazují individuálně podle dovedností pacienta (Janda, Vávrová 1992, Libenson, n.d.).



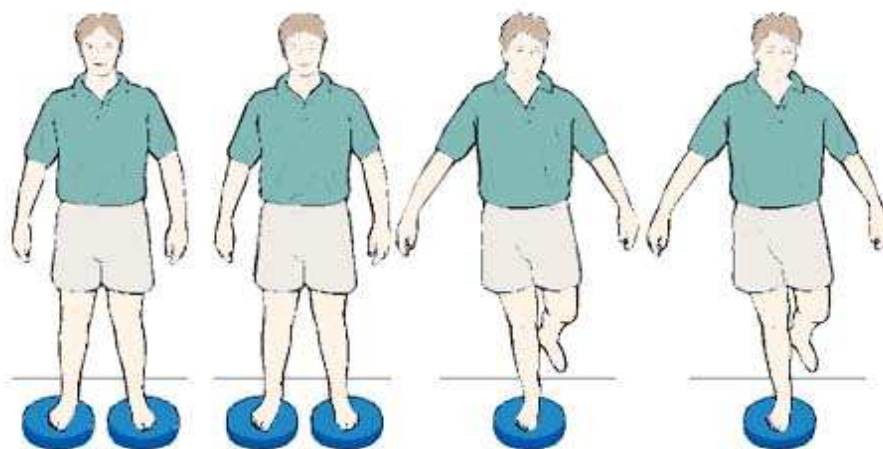
Obrázek 4. Stoj na pevné podložce s otevřenýma a zavřenýma očima (Liebenson, n.d.).



Obrázek 5. Zvedání rukou ve stoji na jedné dolní končetině a podřepy (Liebenson, n.d.).



Obrázek 6. Stoj na válcové úseči v různých variantách a stoj na kulové úseči (Liebenson, n.d.).



Obrázek 7. Varianty stoje na nestabilní podložce s otevřenýma a zavřenýma očima (Liebenson, n.d.).

K základním indikacím patří instabilita nosných kloubů, zejména hlezna a kolene, špatná stabilizace pánevního pletence, low back pain, vadné držení těla, ale také bolesti krční páteře, ataxie, poruchy čítí a s tím související nácviky stability a pádů. Naopak kontraindikována je senzomotorická stimulace u akutní bolesti, otoků dolních končetin

nebo úplné ztráty povrchového i hlubokého cití. Důležitou podmínkou pro cvičení je také entuziasmus pacienta (Janda, Vávrová 1992, Libenson, n.d.).

5.1.2 Pomůcky senzomotorického cvičení

Pro nácvik senzomotorické stimulace se používají tyto pomůcky:

- **válcové úseče** (obrázek 8) – vhodnější jsou úseče ze dřeva s hrubým povrchem (pro dráždění exteroceptorů).. Cvičení na nich je nejjednodušší, proto se na nich začíná.



Obrázek 8. Válcové úseče (Říhové rehabilitační pomůcky, n.d.).

- **kulové úseče** (obrázek 9) – jejich optimální výška by měla být 5 centimetrů, což umožňuje sklon 15°.



Obrázek 9. Kulové úseče (Říhové rehabilitační pomůcky, n.d.).

- **balanční sandály** (obrázek 10) – Mají mít pevné chodidlo a volnou patu pro nutnost aktivaci m.quadratus plantae.



Obrázek 10. Balanční sandály (Říhové rehabilitační pomůcky, n.d.).

- **twister** (obrázek 11) – není přímo senzomotorickou pomůckou, spíše napomáhá zlepšení stranové symetrie a umožňuje dobře aktivovat hýžděové, břišní a zádomé svalstvo.



Obrázek 11. Twister (Insportline, n.d.).

- **swinger** (obrázek 12) – původně kanadská pomůcka pro nácvik jízdy na lyžích. Dochází k posunu podložky do stran a labilitě, která je obdobná jako u úsečí.



Obrázek 12. Swinger (Říhové rehabilitační pomůcky, n.d.).

- **minitrampolína** (obrázek 13) – při jejím využití dochází k eliminaci nepříznivých nárazů a dochází k větší aktivaci proprioceptorů než na tvrdé podložce. Výchylka ve vertikálním směru na jednu stranu je následována poloviční výchylkou na stranu opačnou.



Obrázek 13. Minitrampolína (Resi, n.d.)

- **čočky** (obrázek 14) – velmi labilní plocha z PVC, jejíž povrch je pokryt jemnými výstupky, které facitují proprioceptory. Labilita plochy se dá měnit množstvím vzduchu napuštěného dovnitř pomůcky.



Obrázek 14. Čočka (www.thera-band.com, n.d.)

5.1.3 Posturální trénink E. Raševa

Při senzomotorickém výcviku popsaným Jandou a Vávrovou (viz. výše) se pacient snaží vyrovnávat výchylky plochy při změně polohy jeho vlastního těžiště pomocí svalové komponenty. Tato cvičení však přinášela efekt pouze u osob, které byli dostatečně pohybově vybaveny. U nedostatečně obratných osob se výsledky nedostavovali, což může být způsobeno podle Raševa (1995) tím, že při cvičení

docházelo k výchylkám do tří rovin. To iritovalo vestibulární systém a limbický systém a vznikal pocit nejistoty a strachu. To vše ovlivňovalo kvalitu pohybového programu. „Aktuální stav limbického systému a výchozí stav Ference z arthromuskulárních struktur rozhoduje o tom, zda trénujeme do patologie či nikoliv“ (Rašev, 1995, 9) .

Rašev (1995; 1999) svůj koncept nazval posturálním tréninkem a vyvinul pro něj dynamickou plošinu s pracovním názvem POSTUROMED (obrázek 15). Jeho plocha je zavěšena na pružných systémech. Tyto elementy umožňují výchylku plochy při změně těžiště. Výchylka na každou stranu je následována výchylkou na stranu opačnou, která je tlumena přesně na polovinu. To je vesměs princip trampolíny, která používá vertikální výchylku, jež však nebývá organismem často dobře snášena.



Obrázek 15. Posturomed (www.bioswing.de)

Plocha umožňuje pomocí brzdíček nastavit různou náročnost nestability. Stejně jako u senzomotorického výcviku, i zde začíná cvičení od nejlehčích cviků na méně labilní ploše a po zvládnutí cviku se přechází k větší obtížnosti i větší nejistotě plochy. Pacient cvičí na boso nebo v tenkých ponožkách. Při cvičení musí pacient dodržet správné postavení celého těla. Základním stojem na posturomedu je stoj na jedné dolní končetině, zvednutá dolní končetina je držena v mírné abdukci, flexi v kyčelním kloubu a špička nohy je v dorsální flexi. Celá zvednutá dolní končetina navíc před frontální rovinou, aby se podpořilo vzpřímené držení těla. Při ztrátě rovnováhy pacient nesmí přeskakovat na místě pro opětovné nabytí rovnováhy. Musí se trupem nebo horními končetinami opřít o opěrky, popř. se postaví na obě dolní končetiny (Rašev 1995; 1999).

Při začátku cvičení provede pacient na ploše několik kroků na místě pro seznámení se s plošinou. Poté se postaví do základního postoje na jedné dolní končetině a vyhazuje tenisový míček do výšky zhruba 50 centimetrů (obrázek 16). Pokud toto cvičení zvládne po dobu 15 sekund bez obtíží na každé noze ve dvou opakováních i s rotacemi trupu, přechází se na obtížnější cvičení odbrzděním jedné, resp. dvou brzdiček. K dalším cvikům lze použít i pružné gumy, tzv. thera-bandy (obrázek 17) a mnohé jiné (Rašev 1995; 1999).



Obrázek 16. Základní cvičení na POSTUROEMDU (www.pur-sports.de)



Obrázek 17. Cvičení na POSTUROEMDU s Thera-bandem
(www.therapiegeraete.info)

Kromě plošiny POSTUROMED vyvinul Rašev také další pomůcku pro zlepšení efektivity posturálního tréninku. Tyč nazvaná PROPRIOMED je nejnovějším zařízením pro cvičení stability a koordinace. Napomáhá ke správnému načasování aktivace svalů pletence ramenního, zad i nosných kloubů. Na svých koncích má regulátory kmitů, což také umožňuje přizpůsobit obtížnost cvičení aktuálním schopnostem pacienta, tudíž dochází k individualizaci cvičení a zmenšení nežádoucích účinků. PROPRIOMED se může využít samostatně pro cvičení stability a koordinace (obrázek 18), nebo se může použít v kombinaci s POSTUROMEDEM (obrázek 19) (www.h2000.de, n.d.).



Obrázek 18. Cvičení s tyčí PROPRIOMED (www.sport-tec.de)



Obrázek 19. Cvičení na POSTUROMEDU s PROPRIOMEDEM
(www.therapiegearete.info)

Posturální trénink má široké uplatnění v ortopedii, neurologii, chirurgii či pediatrii. Používá se u funkční instability kloubů, při poranění kloubů, poruchách nebo frakturách v axiálním systému, po operacích kloubů (plastika LCA, endoprotéza kyčle), u idiopatické i juvenilní skoliozy. U neurologicky zdravých lidí prakticky nemá kontraindikaci. Ne zcela jasná je možnost využití při poruše prvního motoneuronu a při spasticitě, kdy by mohl v některých případech iritovat svalové vřetenka a mohlo by dojít ke zhoršení stavu (Rašev, 1995; 1999).

6 Balanční a senzomotorická cvičení ve sportu

Stejně jako je po zranění nutné posílit svalový aparát a obnovit zpět svalovou sílu, tak je také nutné obnovit správnou funkci propriocepce. Předpokladem správného senzomotorického tréninku je, že adaptační změny se budou odehrávat na podkladě stimulace proprioceptorů v průběhu nebo před zahájením škodlivých pohybů. Zpětná vazba z proprioceptorů je schopna adaptačních změn, které se projevují při senzomotorickém tréninku. Tyto informace upraví možnou odpověď způsobem, který upraví mechanické podmínky pro působení daných struktur, například pro ligamentum cruciatum anterior v kolenním kloubu, které je jedním z nejzávažnějších sportovních zranění. Jeho léčba je velice drahá a také doba, kdy je hráč nucen vynechat sportovní výkon, je více než tři měsíce. Receptory musí rozeznat nebezpečný pohyb (sílu) působící na tělo již v jejím brzkém počátku působení a na základě těchto informací přednastaví pohybové vzorce pomocí svalové aktivity a tím zmírní negativní účinky síly působící na tělo. Dojde zřejmě k optimalizaci pohybových stereotypů ve smyslu, který popsal i profesor Janda (viz. výše). Zároveň jsou balanční cvičení určena pro zlepšení a uvědomění si pohybu a postury, udržení rovnováhy beze změny opěrné báze celého těla.(Cerulli et. Al., 2001; Paterno et Al., 2004).

Se stoupajícími nároky na zdraví sportovců se také rozvíjel výzkum prevence zranění. Využitím cvičení ovlivňující propriocepci a koordinaci se zajímá celá řada vědců, lékařů a fyzioterapeutů na mnoha univerzitách po celém světě. Pozitivní výsledky téměř všech výzkumů ještě více rozšířili zájem o tyto prvky a sportovní kluby se také zapojili do zlepšení aplikace těchto cvičení pro sportovní trénink. Výzkum senzomotorického tréninku je tak silný, že vrcholoví sportovci si již nemůžou dovolit jej vyloučit ze svého tréninkového plánu. Bylo však zjištěno, že senzomotorický výcvik společně s posilovacím tréninkem vede k lepším výsledkům než pouhé použití senzomotorického tréninku. Také plyometrické cvičení má výrazný vliv na zlepšení stability, zejména u kolenního kloubu. (Cerulli et. Al., 2001).

Nejnovější studie, která se zaměřila na porovnání preventivních metod, stanovila jako nejplatnější prevenci proti dalším zraněním senzomotorický trénink s posilovacím tréninkem. To jen potvrzuje výsledky všech dosavadních studií, které tuto informaci nezveřejňovali na prvním místě a ne vždy ji v závěru propojili se svými výsledky. Článek také hodnotil i možnost pasivní prevence, která může někdy téměř vyřešit potíže, nikoliv

však příčinu. Pro doplnění proprioceptivního a posilovacího tréninku však autoři článku doporučili vnější zpevnění kloubního pouzdra pomocí tapingu (Mohammadi, 2007).

6.1 První studie ve sportovním prostředí

Anderson (n.d.) ve svém článku tvrdí, že existuje velký počet důkazů, které ukazují vliv proprioceptivního tréninku na zlepšení koordinace, rovnováhy, síly, reakčního času svalů a také spojuje proprioceptivní trénink se sníženým množstvím zranění v průběhu sportovních aktivit.

Jedna z prvních studií byla vydána v polovině 80.let. Výzkum byl proveden s profesionálními švédskými fotbalisty, u kterých byla prokázána instabilita hlezenního kloubu. Proprioceptivní trénink byl jednoduchý: Stoj na jedné noze na nestabilní plošině-kulové úseči. Prvních deset týdnů trénovali pětikrát týdně 10 minut každou nohu. Po deseti týdnech třikrát týdně 5 minut každou nohu. Po šesti týdnech bylo zjištěno výrazné zlepšení, po desátém týdnu došlo ještě k dalšímu posunu vpřed, další měření nezjistilo výraznější zlepšení (Anderson, n.d.).

Švédská studie byla následována studií, která se zabývala schopností adekvátní reakce svalů na změnu postavení kloubu. Byla zaměřena na tuto složku ze dvou důvodů:

1. Pokud jsou svaly schopny rychle reagovat na vychýlení kloubu, měla by být lepší kontrola nad pohyby a tím pádem zmenšené riziko nekontrolovatelných pohybů vedoucích ke zraněním.
2. Pokud dokážou svaly reagovat rychleji, může sportovec využít více síly a zlepšit svůj výkon.

Tato studie byla provedena v Minnesotě, zajímala se o svaly v oblasti hlezna, kde nejčastějšími anatomickými strukturami, které jsou poraněny ve sportu, jsou calcaneofibulární a přední i zadní talofibulární ligamentum, je to tzv. komplex laterálního kotníku. Jedinečný aspekt tohoto studia je, že plošina byla upravena tak, aby předstírala laterální distorzi hlezna. Vědci ve studii použili 20 zdravých lidí dominantních na pravé noze. Rozdělili je do kontrolní a cvičící skupiny po pěti ženách a pěti mužích. Cvičení bylo zaměřeno však pouze na pravou dolní končetinu a cvičilo se 15 minut denně po dobu osmi týdnů. Před a po osmi týdnech měřily vědci EMG potenciály ze čtyř svalů v oblasti hlezna: tibialis anterior, tibialis posterior, peroneus longus, and flexor digitorum longus a sledovali, jak reagují na náhlou inverzi v hlezenním kloubu (Anderson, n.d.).

Po osmi týdnech bylo pomocí testu zjištěno, že došlo ke změně reakčních svalů výše uvedených svalů. Ve cvičící skupině došlo k výraznému zpoždění reakce tibialis anterior i posterior a také k prodloužení doby dosažení jejich maximální kontrakce. Nabízí se otázka, proč došlo k takovému jevu. Je třeba mít na mysli, že tibialis posterior a anterior jsou dva svaly, které odpovídají za inversi hlezna, která je při náhlých lateralizacích kotníku nežádoucí a dělá kloub ještě více nestabilním. Proprioceptivní trénink tedy učil CNS zpomalovat vedení informací z tibialis anterior a posterior k tomu, aby došlo k lepší stabilizaci hlezna. (Anderson, n.d.; Cerulli et Al., 2001).

Vědci vlastně nezískali přesně to, co chtěli. Očekávali zrychlení reakčních časů, avšak se jim dostalo zpoždění reakcí u dvou klíčových svalů, čímž ale došlo ke zlepšení stability. Toto zpoždění totiž dodává více prostoru pro peroneální svaly, které tak mají možnost působit proti distorzi. Také aktivita svalů v oblasti hlezna se stala více efektivní. Ta je důležitá i pro stabilitu kolene. Instabilita hlezenního kloubu úzce koreluje s úrazy kolene, zejména lig. Crutiatum anterior. Je to způsobeno tak, že nastavení hlezna ovlivňuje postavení plato Tibie a tím i předpětí ligamentum crutiatum anterior, které bude zatěžováno. Proto je mimojitě vhodné zahájit prevenci úrazů kolene již na periférii a v oblasti hlezna. Druhým důvodem, proč je důležitá efektivní aktivita svalů hlezna, je také možnost, že může zlepšit ekonomiku běhu. Nepotřebné pohyby v kotníku by byly omezeny a ušetřila by se tím jistá míra energie. Oba laterální pohyby v kotníku jsou normální části cyklu chůze a tak představují příležitosti k ekonomickému zlepšení. Běžec, který udělá taková zlepšení, by byl schopen pracovat ve specifických rychlostech s nižším procentem spotřeby jeho energie nebo maximální spotřeby kyslíku (Anderson, n.d.; Cerulli et Al., 2001).

Jak se však ukázalo, tato reakce zdravých lidí byla odlišná než u lidí s dřívějším postižením kotníku. V další studii vědci z Minnesoty studovali 8 lidí s dřívějším poraněním hlezna. Po cvičení však došlo ke zkrácení reakčního času tibialis anterior a tím de facto k podpoře inverze. Mechanismus tohoto rozdílu není jasný. Anderson (n.d.) uvádí pro vysvětlení této reakce dvě varianty. Jedna možná varianta je, že předchozí úraz na hlezenním kloubu porušil nervová zakončení v senzomotorickém systému a tím zhoršení zpětné vazby CNS a horší adaptace. Toto vysvětlení není však úplně uspokojivé, protože je jasné, že CNS se přizpůsobila tréninku a vybrala - jako část přizpůsobování - aktivaci tibialis anterior v rychlejším čase než obvykle. Další možnost je, že systémy pod úrovní senzomotorického systému jsou v popředí a nedostatky v senzomotorickém systému zapříčiňují časté opakování distorzí. Pokud je tomu tak, u těchto jedinců by bylo

možné aplikovat více náročný proprioceptivní trénink k tomu, aby jejich neuromuskulární reakce byli přiměřené vůči poloze, ve které se noha nachází.

Dalším zajímavým zjištěním bylo také to, že reakce svalu tibialis anterior na netrénované noze byla také rychlejší. Došlo ke zkříženému efektu tréninku, což lze vysvětlit tak, že CNS aplikovala pohybový vzorec trénované i na netrénovanou dolní končetinu. Toto zjištění má velký důsledek na rehabilitaci sportovních úrazů (trénink nezraněné končetiny může pozitivně ovlivnit propriocepci na zraněné končetině, která ještě není schopna k tréninku) ale také například se podobným způsobem dá využít u Neglect syndromu. Trénink přitom zahrnoval pouze stoj na 1DK na nestabilní plošině (Anderson, n.d.)

6.2 Německé studie

Na německé univerzitě v Muensteru vyvinuli (Eils, Rosenbaum, 2001) proprioceptivní trénink s více stanovišti (multi-station proprioceptive exercise). Výsledky ze studie, kde byli sledováni lidé s chronickou instabilitou (rozdělení do kontrolní a cvičící skupiny), byly ohromující. Zlepšil se polohocit kloubu, koordinace těla, držení těla a reakce svalů po šesti týdnech tréninku. Trénink obsahoval dvanáct stanovišť (Eils, Rosenbaum, 2001; Overbeck, 2001):

1. **Žíněnka** – Progrese cvičení na žíněnce se zajišťovala pomocí měkkostí žíněnky (obr. 20)



Obrázek 20. Cvičení na žíněnce (miami.uni-muenster.de)

2. **Posturomed** - Progrese cvičení na posturomedu se zajišťovala odbrzděním brzdíček
3. **Kulová úseč** – viz. výše
4. **Pedalo** - přístroj vybaven 4 kolečky, uprostřed koleček jsou dva malé pedály, které umožňují pohyb Pedala dopředu či dozadu. Pacient obsluhuje Pedalo ve stoji s každou nohou na jednom pedálu. Pacient musí udržet rovnováhu, když se pedály pohybují směrem nahoru a dolů a Pedalo jezdí dopředu či dozadu. Pro obtížnost se rychlost Pedala a změny směrů mohou zrychlovat (obr. 21)



Obrázek 21. Pedalo (miami.uni-muenster.de)

5. **Cvičení s gumou** - pacient stojí na 1DK a zvednutou končetinu abdukuje proti odporu pružné gumy (obr. 22). Obtížnost se přidává povrchem, na kterém pacient stojí (koberec, žíněnka)



Obrázek 22. Cvičení s Gumou (miami.uni-muenster.de)

6. **Čočka** – Podle množství vzduchu v čočce se upravuje obtížnost cvičení, další ztížení se zajistí umístěním cvičící gumy na kolena (obr. 23)



Obrázek 23. Cvičení na čočce (miami.uni-muenster.de)

7. **Inversion board** – Plocha nestabilní ve směru inverse a everse (obr. 24), pro progresi se při cvičení přidá pohyb horních končetin



Obrázek 24. Inersion boards (miami.uni-muenster.de)

8. **Minitrampolína** – pacient se snaží udržet rovnováhu (obr. 25)



Obrázek 25. Minitrampolína (miami.uni-muenster.de)

9. **Bedýnka pro aerobik** - stoj na jedné dolní končetině po nášlapu na bedýnku (aerobic step), postupně se bedýnka postavila na nakloněnou rovinu (obr. 26)



Obrázek 26. aerobic step (miami.uni-muenster.de)

10. **Haramed** - nestabilní plošina na podobném principu jako posturomed (obr. 27)



Obrázek 27. Hamed (miami.uni-muenster.de)

11. **Biodex** – počítačem ovládaná náklonná plošina (obr. 28)



Obrázek 28. Biodex (miami.uni-muenster.de)

12. **Chůze po nerovném povrchu** – Nerovný povrch byl tvořen pytlíky s pískem, tenisovými míčky nebo korky (obr. 29)



Obrázek 29. Pomůcky pro nerovný povrch (miami.uni-muenster.de)

Trénink byl prováděn pětikrát týdně šesti týdnů. Cvičení na každém stanovišti trvalo 45 sekund, poté následoval odpočinek po dobu 30 sekund.

Po této době měla cvičící skupina výrazné zlepšení ve výše uvedených dovednostech, v ročním sledování této skupině kles počet distorzí o 60% (Eils, Rosenbaum, 2001).

V další německé studii, kterou provedli na univerzitě v Tubingenu (Heitkamp et. Al., 2001), rozdělili 30 jedinců do dvou skupin. Jedna skupina cvičila pouze dva cviky a to na posílení svalů kolenního kloubu pomocí flexe a extenze (dřepy a výtlaky na stroji). Druhá skupina cvičila obdobný proprioceptivní trénink jako v předchozí studii, tentokrát se šesti stanovišti. Obě skupiny prováděli svůj trénink třikrát týdně po dobu 15 minut šest týdnů. Po šesti týdnech byli požádáni o stoj na jedné dolní končetině na úzké kladině maximálně možnou dobu. Doba stoje se u skupiny s proprioceptivním tréninkem zvýšila o 146%, u skupiny se silovým tréninkem pouze o 34%. Další měření bylo provedeno s oběma skupinami na plošině, která vytvářela výchylku 13° do obou stran, opět ve stoji na jedné dolní končetině. Pro udržení stability po ztrátě rovnováhy jedinec vždy došlápl druhou dolní končetinou na zem. Počet došlápnutí se snížil u obou skupin bez výrazného kvantitativního rozdílu.

Ovšem jisté rozdíly se ve svalové síle končetin objevily v závislosti na použitém tréninku. Proprioceptivní trénink zvýšil svalovou sílu na obou končetinách. Nevylepšil ji však souměrně, nýbrž více na nedominantní dolní končetině, čímž došlo k minimalizaci svalových dysbalancí v porovnání obou dolních končetin. Oproti tomu silový trénink ještě více tyto dysbalance rozšířil. Tento výzkum může přinést významné informace zejména pro běžecké ale také pro kolektivní sporty. Při běhu má každý atlet jinou délku kroku levé a pravé dolní končetiny v závislosti na dominanci. Tento rozdíl by se mohl téměř vynulovat a tím by se zvětšila vzdálenost, kterou atlet urazí při letové fázi nedominantní končetiny (Heitkamp et. Al., 2001).

6.3 Studie zaměřené na prevenci zranění

Další studie, kterou provedl Wedderkopp et Al. (1997) u juniorských házenkářek, byla zaměřena na prevenci zranění. Juniorské hráčky ze 22 týmů podstoupily po dobu deseti měsíců trénink na kulové úseči. Tomuto cvičení se věnovaly po dobu patnácti minut na každém svém tréninku. Tento typ cvičení snížil výskyt jak traumatických

zranění, tak i zranění hlezenního kloubu vzniklých z důvodu přetížení oproti kontrolní skupině téměř o 80%. Celkově v kontrolní skupině bylo téměř šestkrát více celkových zranění než v skupině, která se věnovala cvičení na kulové úseči.

Rozsáhlou studii provedenou na 600 fotbalistech po dobu tří let provedl Cerulli et Al (2001). Studie zahrnuje vesměs teoretické podklady výše uvedených prací a zaměřila se také spíše na prevenci úrazů, zvláště na častý úraz kolenního kloubu, rupturu ligamentum cruriale anterior. Fotbalisté byli rozděleni do dvou skupin. Cvičící skupina obsahující tři sta hráčů se věnovala progresivním proprioceptivnímu tréninku dvacet minut denně třikrát týdně tři sezony po sobě. Zbylých tři sta hráčů bylo použito jako kontrolní skupina.

Progrese tréninku spočívala v individuálním ztěžování balančních cviků. Jako první úroveň cviků byli použity stoj na jedné dolní končetině na tvrdé podložce a výpady na tvrdé podložce. Jakmile hráč tuto úroveň zvládl, prováděl stejná cvičení na válcové úseči, kulové úseči, na obou úsecích a nejtěžší obtížnost poskytla nestabilní plocha podobná Posturomedu E. Raševa (multiplanar board). Dynamické balanční cvičení (výpady) na různých typech nestabilní plochy zároveň posloužila jako posilovací trénink hamstringů, který byl navíc doplněn o minipodřepy, jejichž provedení bylo prováděno pomalou konstantní rychlostí s vyřazením švihové složky. Poslední složkou tohoto tréninku bylo zařazení terapeutického systému PNF na dolní končetiny jako součást strečinku hráčů. Výsledky této studie přinesli zjištění, že hráči ze cvičící skupiny měli sedmkrát nižší výskyt poranění předního křížového vazů než kontrolní skupina, což potvrdilo předpoklad, že kombinace silového a proprioceptivního tréninku je velmi efektivní a má také pozitivní vliv na svalový aparát. To dokázal kromě Cerulliho také Knobloch et Al (2005). Při studii použili opět kombinaci silového a proprioceptivního tréninku a výsledkem bylo obrovské snížení svalových zranění (až o 400%). Také výskyt poranění předního zkříženého vazů se rapidně snížil. Při testování bylo také zjištěno, že hamstringy se zachovaly obdobně jako svaly v oblasti hlezna. Jejich kontrakce se přizpůsobila tak, aby došlo k neoptimálnější stabilizaci kolenního kloubu. (Cerulli et Al, 2001, Knobloch et Al, 2005).

Třetí podobnou studii provedl Paterno et Al (2004), který použil obecně tři komponenty v tréninku:

- Senzomotorický trénink, společně s posilováním svalů v oblasti kyčle, trupu a pánve,
- plyometrické cvičení ,
- odporované cvičení.

Trénink trval devadesát minut třikrát týdně po dobu šesti týdnů. Cvičení probíhala pod dohledem fyzioterapeuta a pokud sportovec dosáhl počátků únavy, dále již nepokračovali. Výsledkem bylo zlepšení anterioposterioní stability kolene a celkové zlepšení stability celého těla, které spolu úzce korelovaly. Tato studie prokazuje účinky již po relativně krátké době, nebrala však ohledu na dynamickou stabilitu, která je ve sportu dominantní (Paterno et Al, 2004).

K zajímavým výsledkům došli Beek et Al (2004) ve studii s volejbalisty, kdy se zaměřili na senzomotorický trénink pouze v oblasti hlezna. Jako trénink použili téměř totožné cviky popsané u německých studií jen s tou změnou, že cviky byly rozděleny do čtyř okruhů :

- cvičení na pevné podložce,
- cvičení s míčem,
- cvičení na nestabilních plošinách,
- cvičení na nestabilních plošinách s míčem.

Každý okruh trval pět minut a byl zahrnut v úvodní rozcvičce. Byl veden trenérem, který byl před začátkem sezony obeznámen fyzioterapeutem nesprávným prováděním cviků. Výsledné měření této studie našlo jediný větší rozdíl mezi cvičící a kontrolní studií ve výskytu akutních distorzí hlezna ve prospěch cvičící skupiny. Velkým překvapením však bylo zjištění, že ve cvičící skupině se výrazně zvýšil výskyt úrazů kolene. Autoři článku to připisují přesunutí nejslabšího článku řetězce o segment výš. Pokud byl nestabilní kotník posílen senzomotorickým a silovým tréninkem, přenesla se role nejslabšího segmentu na koleno. Pokud je hlezno dobře posíleno nebo zafixováno zevní ortézou nebo tapingem, pak lépe odolává silám působícím na hlezno a tím se mohou zvětšit síly působící na koleno, což může vést ke zraněním. Do jisté míry je však

organismus oslaben i vlastními reakcemi na působení velkých externích sil. Převod informací do CNS, jejich zpracování a adekvátní odpověď mají za následek zpoždění reakce a tím pádem není možné ihned zabránit působení vnějších sil, například u dopadu po výskoku (Beek, 2004; Ashton, Miller, 2001).

6.4 Senzomotorické cvičení ve sportovním tréninku

Výše uvedené práce nastavily svými výsledky cestu, kudy se vydat při aplikaci senzomotorických, balančních i silových cvičení do tréninku různých sportů. Lze z nich také vyvodit jisté zásady pro optimalizaci a maximální účinek pro sportovce, jehož tělo má zcela jiné požadavky na stabilitu a koordinaci než organismus nesportujícího člověka.

Každý trénink zaměřený na prevenci zranění ve sportu by měl brát ohledy na spojení v kinetických řetězcích a měl by v těchto řetězcích pracovat. Stejně tak upozorňuje na zanedbávání horní poloviny těla, která je také důležitá svými kontrolními mechanismy postury. Dále by se nemělo zapomínat na to, že jednotlivé proprioceptory různých kloubů jsou aktivovány v různé poloze daného kloubu. Z toho vyplývá, že senzomotorické cvičení by mělo být prováděno v celém průběhu možného rozsahu pohybu. Jelikož únava svalů snižuje úroveň propriocepce, proto by měl trénink obsahovat dostatek cvičení, které vyvolávají únavu a trénovat i při těchto odezvách (Cerulli et Al, 2001; Sport medicine council of Manitoba, n.d.).

Všechna cvičení by měla být prováděna v pohybech a dovednostech, které se nejčastěji provádí v daném sportu (obr. 30), mělo by se využívat co nejvíce povrchu, na kterém se sport hraje. Cvičení by se měla odehrávat co nejvíce v dynamických provedeních (obr. 31), jako jsou podřepy, výpady, poskoky na nestabilních plošinách, protože stabilita získaná ve statických polohách se nemusí optimálně uplatnit při rychlých pohybech a působení velkých sil na organismu v průběhu sportu (Anderson, n.d.; Cerulli et Al. 2001; Paterno et Al, 2004).



Obrázek 30. Návuk herní činnosti basketbalu při senzomotorickém cvičení (Sport medicine council of Manitoba, n.d.).



Obrázek 31. Dynamické cvičení v basletbalu (Sport medicine council of Manitoba, n.d.).

Při zařazení senzomotorického cvičení do přípravy je nutno dodržet zásady progresu, využít pohybů horních končetin a nezatížené dolní končetiny než statických poloh. Senzomotorická cvičení by se měla provádět na začátku každé tréninkové jednotky. Progrese cviků by měla následovat pouze po bezchybném zvládnutí cviků nižší úrovně. S progresí cvičení se sníží nebezpečí zranění, vystupňuje výkonnost a síla a tím se zvýší i kvalita tréninku (Anderson, n.d.; Cerulli et Al. 2001; Paterno et Al, 2004).

Důkaz o užitečnosti rozcvičky s prvky senzomotorického cvičení a silového tréninku upraveného pro daný sport prokázal i Olsen et al.(2005). Sledovali účinnost této rozcvičky u týmů házenkářek ve Skandinávii v korelaci s výskytem úrazů kolenního a hlezenního kloubu. Při porovnání s kontrolní skupinou se snížil počet zranění o 37%.

Cviky při této rozcvičce byly rozděleny do čtyř skupin. První skupinu tvořili cvičení pro „zahřátí organismu“ před rozcvičkou a vlastní tréninkovou jednotkou. Jednalo se spíše pouze o pestré formy lehkého běhu se změnami směru a intenzity. Poté následovala technická cvičení zaměřující se na techniku dopadu při střelbě z výskoku a správné změny pohybu v rychlosti. Třetí skupinu tvořili cvičení balanční na cvičebních žíněnkách nebo kulové úseči, které však byly modifikovány pro herní činnosti házené. Poslední dvě minuty této rozcvičky byly věnovány posilování hlavně stehenních a lýtkových svalů. Celková doba trvání byla 15-20 minut a po ní následovala plynule vlastní tréninková jednotka. Tato rozcvička byla aplikována na začátku sezóny před každým tréninkem, po dvou týdnech se počet snížil na jednu rozcvičku týdně až do konce sezóny (celkově 10 měsíců).

Z výše uvedených informací je logické, že klasický sportovní trénink by měl být doplněn nejen senzomotorickými cvičeními, ale také silovým tréninkem upraveným pro daný sport a samozřejmě strečinkem. Pravidelnost celého tréninkového plánu jen vylepší účinky prevence a zlepšení výkonnosti (Anderson, n.d.; Cerulli et Al. 2001; Paterno et Al, 2004).

7 Závěr

Z uvedených studií vyplývá, že senzomotorická cvičení mají významný vliv na prevenci úrazů ve sportech. Společně s kombinací silových cvičení a koordinace se jejich užitečnost mnohásobně zvyšuje. Takto komplexní systém cvičení navíc neslouží pouze jako prevence proti zranění nebo léčebná metoda po zranění. Jejich účinnost pomáhá sportovci zoptimalizovat a více zefektivnit jeho pohyby, pomáhá zlepšit ekonomiku práce a tím pádem se podílí i na zlepšení výkonu.

Vzhledem k náročnosti profesionálního sportu dnešní doby mohou právě tato zlepšení znamenat rozdíl mezi vítězem a poraženým.

Jak basketbal, tak i fotbal se hraje na povřích, které s sebou nesou svá specifická rizika pro hráče a vystavují je nebezpečí úrazu. Navíc jsou oba sporty spojeny s často tvrdými kontakty mezi jednotlivými hráči. Pohyb po hrací ploše jak bez míče tak i s míčem, sledování pohybu ostatních hráčů na hřišti a herní činnosti prováděné na malém prostoru představují velkou fyzickou i psychickou zátěž. Cílem senzomotorických cvičení je maximálně využít schopnosti organismu, co nejlépe zkoordinovat souhru mezi všemi systémy podílejícími se na řízení pohybu tak, aby se minimalizovalo nebezpečí úrazu, které většinou nastává při kolizi s jinými hráči nebo neadekvátní reakcí organismu na danou situaci.

Další přínos senzomotorického cvičení je také ve finančním usnadnění pro sportovní kluby. Náklady na léčení v porovnání s pořizovacími náklady senzomotorických pomůcek jsou mnohásobně vyšší. Navíc pokud se tato cvičení budou také aplikovat u juniorských a dorosteneckých kategorií, na které se velmi často zapomíná, investuje tím klub do vlastní perspektivy, která se mu v budoucnosti vyplatí nejen sníženými náklady na léčení, ale také klesne potřeba kupovat hráče do mužské složky, popř. kvalitně připravený hráč může klubu přinést nemalé částky za prodej do zahraničí.

Podkladem úspěchu a správně provedeného senzomotorického cvičení je však dohled odborníka, kterým může být fyzioterapeut nebo také trenér správně zaškolen odborným personálem. Otázkou zůstává, zda by se výsledky ještě zlepšili, pokud by na průběh cvičení dohlížel výhradně fyzioterapeut, který by nedovolil žádné nuance.

8 Souhrn

Nároky na sportovce se v poslední době neustále zvyšují a tyto nároky zvyšují také požadavky na pohybový aparát sportovce, který musí zvládat vyšší tréninkové dávky a zatížení, což vede ke zvětšenému výskytu zranění. Léčba těchto zranění bývá mnohdy časově i finančně náročná. Proto je nutné vložit do tréninkové přípravy také specifická cvičení, které pomohou prevenci proti zraněním a umožní tak hráči se plně věnovat maximálnímu tréninku. Tato cvičení se také podílí na ekonomizaci pohybů a zlepšení sportovního výkonu. Tyto prvky jsou však stále poněkud málo zahrnuty do tréninkových jednotek daných sportů. Proto by měla být snaha je specificky upravit pro jednotlivé aktivity tak, aby co nejvíce odpovídaly prostředí a pohybům, které sportovec provádí v průběhu sportu a byly pro něj co nejpřirozenější.

Drtivá většina všech zranění ve fotbale i basketbale se vyskytují na dolní končetině a vůbec nejčastějšími úrazy jsou kontuze hamstringů, popř. přímého stehenního svalu, poranění kolene a jako třetí nejčastější zranění uvádí distorzi hlezenního kloubu. Hráči, kteří utrpěli jedno a více zranění hlezna, měli až čtyřnásobně vyšší riziko dalších zranění, celkově 17% všech zranění je chronických.

Provedení pohybu je vždy závislé na informacích, které poskytují propioceptivní, zrakový a vestibulární systém. Pokud informace z jednoho systému nejsou převáděny správně do CNS, výsledná reakce těla nemusí být optimální. Může dojít k nedokonalému řízení pohybů, jejich neekonomickému provedení což může vést k situacím, kdy nedostatečná reakce svalů může mít za následek zranění pohybového aparátu.

Možnost, jak zoptimalizovat funkci systémů, které se podílí na zprostředkování informací potřebných pro správné provedení pohybu, nám poskytuje využití senzomotorické stimulace a balančních cvičení. Jejich spojením se silovým a koordinačním tréninkem se jejich efektivita zvyšuje. Jejich použití by mělo co nejvíce odpovídat podmínkám a pohybům pro daný sport, aby hráč posiloval své tělo v pro něj přirozených vzorech.

Studie popsané v této práci ukazují smysluplnost využití senzomotorického tréninku ve sportovním prostředí a v dnešní době se tyto prvky stávají nedílnou součástí většiny sportovních tréninků.

9 Summary

Today, ever increasing demands are placed upon sportspeople. As a consequence, these stresses and strains further burden the locomotory system of a sportsperson, whose more intensive training schedule contributes to a greater incidence of physical injury. Curing such injuries is often a time consuming and relatively expensive procedure. Therefore, it is essential that specific exercises become an intrinsic part of an individual's training to prevent injuries, enabling them to concentrate fully and perform to the best of their abilities. Moreover, such exercises economise on necessary movements and improve sporting performance.

However, these methodologies have yet to be widely adopted by particular sports in training sessions. Therefore, endeavours should be made to modify them specifically for each separate activity. This would ensure they correspond as much as possible with the environment a sportsperson is in and their movements made during a sports activity. Furthermore, such exercises should feel completely natural.

The overwhelming majority of all injuries in both football and basketball seem to occur to lower limbs. Most frequently, these are hamstring or straight thigh muscle contusions, knee injuries, and ankle bone distortions. Players who have sustained one and more talus injuries are four times as likely to experience further difficulties. In total, 17% of all injuries become chronic.

Physical movement is dependent upon stimuli provided by proprioceptive, visual, and vestibular systems. Should the central nervous system (CNS) not receive an impulse from one of these properly, then the body might not respond in an optimal manner. This could result in an impeded control of movement, which in turn would be give rise to inefficient performance. Consequently, situations may arise in which insufficient muscle response leads to locomotory system injuries.

Sensorimotor stimulation and balance exercises can result in optimised function of systems, which participate in mediating stimuli that are vital for proper performance of motion. The effectivity of these two methods is further increased when they are carried out in coordination

10 Referenční seznam

- Ambler, Z. (2002). *Neurologie pro studenty lékařské fakulty*. Praha: Karolinum.
- Andersen, E., T., Krosshaug, T., Olsen, O., Myklebust, G., Bahr, R. (2005). Research approaches to describe the mechanisms of injury in sport: limitations and possibilities. *British Journal of Sports Medicine*, 2005 (39), 330-339.
- Anderson, O. (n.d.). Proprioceptive training and injury prevention. *Sports Injury Bulletin*. Retrieved 8.11. 2006 from the World Wide Web: <http://www.sportsinjurybulletin.com/archive/proprioceptive-exercises.html>
- Ashton-Miller, A., J., Wojtys, E., M., Huston, L. & Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2001(9), 128-136.
- Beek, A., [Verhagen, E.](#), [Twisk, J.](#), [Bouter L.](#), [Bahr R.](#), Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 32(6), 1385-1393.
- Biodex Medical Systems. (2005). *Balance system*. Retrieved 12. 2. 2007 from the World Wide Web: http://www.biodex.com/rehab/balance/balance_300feat.htm
- Bioswing (n.d.). Posturomed. Retrieved 12. 2. 2007 from the World Wide Web: http://bioswing.de/seiten_de/th_pr_de.php
- Cerulli, G., Bendit, D. L., Caraffa, A. & Ponteggia, F. (2001). Proprioceptive Training and Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injury in Soccer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(11), 655-660.
- Dvořák, R. (2003). *Základy kinezioterapie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Eils, E. & Rosenbaum, D. (2001). A Multistation Proprioceptive Exercise Program in Patients with Ankle Instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(12), 1991-1998.
- Häggglund, M., Ekstrand, J. & Timpka, T. (2006). Risk of injury in elite football played on artificial turf versus natural grass: a prospective two-cohort study. *British Journal of Sports Medicine*. 2006(40), 975-980.
- Häggglund, M., Waldén, M. and Ekstrand, J. (2005). UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001–2002 season. *British Journal of Sports Medicine*. 2005(39), 542-546.

- Hawkins, D., R., Hulse, A., M., Wilkinson, C., Hodson A., & Gibson M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *British Journal of Sports Medicine*. 2001(35), 43-47.
- Insportline (n.d.). *Gymnastické míče a pomůcky*. Retrieved 24. 10. 2006 from the World Wide Web:
<http://www.worker.cz/catalog/index.php?cPath=36&osCsid=74530b86721d9de03551b38fe94fc542>
- Janda, V. & Vávrová, M. (1992). Senzomotorická stimulace – Základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*, 25(3), 14-34.
- Junge, A., Chomiak, J. & Dvorak J. (2000) Incidence of Football Injuries in Youth Players: Comparison of Players from Two European Regions. *The American Journal of Sports Medicine*, 2000 (28), 47-50.
- [Knobloch K](#), [Schmitt S](#), [Gosling T](#), [Jagodzynski M](#), [Zeichen J](#) & [Krettek C](#). (2005) . Prospective proprioceptive and coordinative training for injury reduction in elite female soccer. *Sportverletzung - Sportschaden*, 19(3),123-129.
- Kucera., K., L., Marshall, S.,W., Kirkendall, D.,T., Marchak, P., M. & Garrett, W., E. (2005) . Injury history as a risk factor for incident injury in youth soccer. *British Journal of Sports Medicine*. 2005(39), 462-466.
- Liebenson, C. (n.d.). *Balance exercises*. Retrieved 26.10. 2006 from the World Wide Web: http://gymball.com/balance_exercises.html
- Mattacola, C., G. & Lloyd, J., W. (1997). Effects of a 6-Week Strength and Proprioception Training Program on Measures of Dynamic Balance: A Single-Case Design. *Journal of Athletic Training*, 32(2), 127-135.
- McKay, G., D., Goldie, P., A., Payne, W., R. & Oakes, B., W. (2001) . Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*. 2001(35), 103-108.
- [Mohammadi, F](#). (2007) . Comparison of 3 Preventive Methods to Reduce the Recurrence of Ankle Inversion Sprains in Male Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*. 2007. Retrieved 3. 4. 2007 from the World Wide Web:
<http://ajs.sagepub.com/cgi/content/abstract/0363546507299259v1>
- Olsen, O., E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I. & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injury in youth sports: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*. 2005(330), 449-456.

- Paterno, M., V., Myer, D., G., Ford, K., R., Hewett, E. T., (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 34(6), 305-316.
- Price, J., R., Hawkins, D., R., Hulse, A M., & Hodson, A. (2004). The Football Association medical research programme: an audit of injuries in academy youth football. . *British Journal of Sports Medicine*. 2004(38), 466-471.
- Proprioception Training. (n.d.). *Sport Medicine council of Manitoba*, Retrieved 23. 1. 2007 from the World Wide Web:
<http://www.sportmed.mb.ca/?page=search&q=Volumme+1%2C+number+2>
- Rašev, E. (1999). Koordinačné cvičenie v liečbe segmentelnej instability chrtice a váhonosných kĺbov jako proprioceptívna posturálna trapič na posturomede podia dr.Raševa. *Rehabilitácia*, 32(1), 14-25.
- Rašev, E. (1995). Proprioceptivní posturální terapie. *Rehabilitácia*, 28(1), 8-11.
- Resi (n.d.). *Rehabilitační pomůcky*. Retrieved 23. 3. 2007 from the World Wide Web:
<http://www.resi.cz/catalog.php?product=5060.000>
- Říhové rehabilitační pomůcky (n.d.). *Senzomotorické pomůcky*. Retrieved 23. 3. 2007 from the World Wide Web: http://www.rihove.cz/vyrobky/index_produkty.html
- Sporttec (n.d.). *Propriozeptive Geräte*. Retrieved 23. 7. 2005 from the World Wide Web:
http://www.sport-tec.de/cgi/websale6.cgi?shopid=sport-tec&act=search&search_input=posturomed&ref=proms
- Starkey, Ch. (2000) . Injuries and Illnesses in the National Basketball Association: A 10-Year Perspective .*Journal of Athletic Training*, 35(2):161-167.
- Thera-band (n.d.) Stability trainer. . Retrieved 12. 2. 2007 from world wide web:
http://www.thera-band.com/stability_trainer.html
- Therapiegeräte. (n.d.) Propriomed. Retrieved 12. 2. 2007 from world wide web:
www.therapiegeraete.info
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J. & Votava, J. (2001). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka (Druhé, přepracované a rozšířené vydání)*. Praha: Grada Publishing.
- Uni-muenster. (n.d.) .). Retrieved 9. 12. 2006 from the World Wide Web:
<http://miami.uni-muenster.de/publizieren/diss.html>
- Vávrová, M. (1997). Senzomotorická stimulace. In E. Haladová & kol. (Eds.), *Léčebná tělesná výchova – cvičení* (125 – 132). Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.

- Wang, H., K., Chen, C., H., Shiang, T., Y., Jan, H., M. & Lin, H., K. (2006) . Risk-factor analysis of high school basketball-player ankle injuries: a prospective controlled cohort study evaluating postural sway, ankle strength, and flexibility. [*Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*](#). 87(6), 821-825.
- Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M. & Froberg, N. (1999) . Prevention of Injuries in Young Female Players in European Team Handball. [*Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*](#). 1999(9), 41-47.
- Wong, P. & Hong, Y. (2005). Soccer injury in the lower extremities. *British Journal of Sports Medicine*. 2005(30), 473-482.