

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Hodnocení úrovně posturální stability u sportovců v rekondiční fázi po
zranění kolene**

Evaluation of the level of postural stability in athletes in the rehabilitation phase after knee
injury

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Doc. PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D., MBA.

Zpracoval:

Bc. Kryštof Pospíšil

PRAHA KVĚTEN 2025

ABSTRAKT

Název bakalářské práce: Hodnocení úrovně posturální stability u sportovců v rekondiční fázi po zranění kolene

Zpracoval: Bc. Kryštof Pospíšil

Vedoucí diplomové práce: Doc. PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D., MBA.

Cíle práce: Cílem této diplomové práce je hodnocení stability, senzomotorické regulace a symetrie v testu ve dvou směrech pomocí přístroje MFT S3 Check a měření dynamické stability na přístroji Y – Balance Test u vybraných sportovců po operaci kolene, kteří jsou v rekondiční fázi a zjištění, zda jsou použité metody vhodné indikátory toho, že jsou zkoumaní sportovci připraveni na návrat do tréninkového procesu daného sportu.

Metodika práce: K potřebě této diplomové práce byla prostudována příslušná literatura a byla zpracována teoretická východiska, která jsou spojená s problematikou diplomové práce. Byl vybrán vhodný vzorek sledovaných probandů. Jedná se o longitudinální sledování s opakovanými měřeními v průběhu rekondiční fáze. Každý proband absolvoval sérii testování v různých časových bodech po operaci, a to jak v časně, tak v pokročilejší fázi rehabilitace. Následně byla zpracována sekundární data vybraných probandů z měření na přístrojích MFT S3 Check a Y – Balance Testu. Kvantitativní data z obou testů byla analyzována deskriptivní statistikou, především sledováním trendů vývoje indexů stability, senzomotoriky, symetrie a Composite Score v čase, které bylo vypočítáno z patřičných parametrů. Výsledky byly zaznamenány do tabulek v programu Microsoft Excel 2013, kde byly dále zpracovány a převedeny do grafické podoby pro přehlednou vizualizaci vývoje jednotlivých parametrů. V závěru práce jsou uvedeny odpovědi na výzkumné otázky.

Výsledky práce: Tato diplomová práce se zabývá hodnocením rovnováhy, koordinace a symetrie pohybu u sportovců po operaci kolene pomocí testů MFT S3 Check a Y-Balance Test. Sledování pěti sportovců během rekonvalescence ukázalo, že oba testy mají v procesu návratu ke sportu významné místo. MFT S3 Check umožnil detailní sledování zlepšení statické stability a koordinace, zatímco Y-Balance Test poskytl informace o dynamické stabilitě a rozdílech mezi operovanou a zdravou končetinou. Výsledky potvrdily, že kombinace obou testů je přínosná pro komplexní hodnocení stability, objektivní sledování pokroku a včasné odhalení rizik opětovného zranění. Zařazení těchto testů do rehabilitačních a tréninkových plánů může přispět k bezpečnějšímu a efektivnějšímu návratu sportovců po úrazech kolene.

Klíčová slova: sport, zranění, posturální stabilita, rekondice, zranění kolene

ABSTRACT

Thema works: Evaluation of the level of postural stability in athletes in the rehabilitation phase after knee injury

Student: Bc. Kryštof Pospíšil

Supervisor: Doc. PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D., MBA.

Aims: The aim of this thesis is to evaluate stability, sensorimotor control and symmetry in two directions using the MFT S3 Check and dynamic stability measurements on the Y - Balance Test in selected athletes after knee surgery who are in the recovery phase and to determine whether the methods used are suitable indicators that the athletes are ready to return to the training process of the sport.

Methodology: For the purpose of this thesis, the relevant literature was studied and the theoretical background related to the thesis topic was elaborated. A suitable sample of probands was selected. This is a longitudinal follow-up with repeated measurements during the reconditioning phase. Each proband underwent a series of testing at different time points after surgery, both in the early and more advanced stages of rehabilitation. Subsequently, secondary data of selected probands were processed from measurements on the MFT S3 Check and Y - Balance Test instruments. The quantitative data from both tests were analyzed by descriptive statistics, mainly by observing the trends of stability, sensorimotor, symmetry and Composite Score indices over time, which were calculated from the respective parameters. The results were recorded in tables in Microsoft Excel 2013, where they were further processed and converted into graphical form to clearly visualize the evolution of each parameter. Answers to the research questions are presented at the end of the paper.

Results: This thesis deals with the assessment of balance, coordination and symmetry of movement in athletes after knee surgery using the MFT S3 Check and Y-Balance Test. The follow-up of five athletes during recovery showed that both tests have a significant place in the process of return to sport. The MFT S3 Check allowed detailed monitoring of improvements in static stability and coordination, while the Y-Balance Test provided information on dynamic stability and differences between the operated and healthy limb. The results confirmed that the combination of both tests is beneficial for comprehensive stability assessment, objective progress monitoring and early detection of re-injury risk. Incorporating these tests into

rehabilitation and training plans may contribute to a safer and more effective return of athletes after knee injuries.

Key words: sport, injury, postural stability, reconditioning, knee injury

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a použil pouze literaturu citovanou v přehledu.

V Praze,

Bc. Kryštof Pospíšil v. r.

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Obsah

1	Úvod do problematiky.....	10
2	Teoretická část.....	11
2.1	Rekondice a fáze návratu ke sportu	11
2.1.1	Rekondice.....	11
2.1.2	Fáze návratu ke sportu.....	12
2.2	Stručný nástin mechanismů vzniku zranění	18
2.3	Nejčastější zranění kolene ve vybraných sportech a jejich příčiny	19
2.3.1	Fotbal.....	19
2.3.2	Házená	20
2.3.3	Basketbal	20
2.3.4	Sjezdové lyžování	20
2.4	Fáze rehabilitačního programu	21
2.5	Postura	23
2.5.1	Posturální stabilita	24
2.5.2	Posturální stabilizace.....	24
2.5.3	Posturální reaktivita	25
2.5.4	Hluboký stabilizační systém páteře (HSSP).....	25
2.6	Náhled na metody testování posturální stability.....	26
2.6.1	Metoda s využitím MFT S3 Check	27
2.6.2	Metoda s využitím Y – Balance Test	28
3	Výzkumná část	30
3.1	Cíle a úkoly práce	30
3.2	Stanovení výzkumných otázek	30
3.3	Metodika práce	30
3.4	Charakteristika využitých měřicích metod	31
3.4.1	MFT S3 Check	31
3.4.2	Y – Balance test.....	33
3.5	Charakteristika sledovaných probandů.....	33
4	Výsledky a diskuze.....	35
4.1	Probandka P1	35
4.2	Proband P2.....	40
4.3	Probandka P3	44
4.4	Probandka P4	50
4.5	Probandka P5	55

4.6	Odpovědi na výzkumné otázky	60
5	Závěr.....	62
6	Seznam použité literatury	64
7	Přílohy	69
7.1	Seznam obrázků.....	69
7.2	Seznam tabulek.....	69
7.3	Seznam grafů	69

1 Úvod do problematiky

Zranění je ve světě sportu čím dál více aktuálnější téma a stále více se začíná přepočítávat na finance. S narůstajícím počtem soutěžních utkání v profesionálních soutěžích napříč sporty je kladena větší zátěž na samotné hráče. Ti jsou v důsledku vysokého počtu utkání během roku více náchylní ke zraněním, protože může docházet a dochází k jejich přetěžování. Například fotbalové kluby z TOP 5 lig světa (Anglie, Francie, Německo, Španělsko, Itálie) hlásí nárůst zranění o 4 % oproti ročníku 2022/23 a o vysokých 37 % oproti ročníku 2020/21 (což byla sezona ovlivněna virem COVID 19, proto vyčerpání hráčů nebylo tak vysoké). Největší zastoupení zranění jsou zranění dolních končetin, nejčastěji zranění kolene. Zranění sportovců je velmi závažné jak pro fyzický výkon do budoucna, tak pro jejich psychiku (hráči už nemusí být tak jistí ve hře, jejich výkonnost může být do budoucna ovlivněna nebo se už k profesionálnímu sportu nemusí vůbec vrátit). V současnosti se však týmy kromě ztráty velkého počtu klíčových hráčů potýkají s vysokým tlakem na jejich bankovní účty, protože zranění hráči stále musí dostávat své mzdy i když nejsou schopni podávat výkony. V minulé sezoně 2023/24 stály zranění hráči kluby z TOP 5 lig světa závratných 732 mil. Eur (cca. 18,5 mld. korun) (idnes.cz, 2024). Nejen fotbalu se potýká s velkou hráčskou marodkou z důvodu zranění kolene, tento problém je rozšířený napříč sporty. Hull et al. (2024) prováděli videoanalýzu mechanismů zranění kolene v basketbalové soutěži NBA a v ní zjistili, že mezi lety 2010 – 2020 došlo k celkovému počtu 2868 zranění kolene a týmy v průměru ztratili 3.88 milionu dolarů na platech zraněných hráčů.

Zranění dolní končetiny a hlavně kolene je ve sportu hojně zastoupené, proto se touto problematikou chci zabývat v této diplomové práci. V této diplomové práci se zaměříme na posturální stabilitu vybraných sportovců v rekondiční fázi po zranění kolene a jejich proces návratu k provozovanému sportu a pohybu celkově. Teoretickou část rozčlením na definování rekondice a rekondiční fáze, dále se zamyslím nad možnostmi mechanismů zranění kolene, nad otázkou jakým způsobem mohou vznikat zranění kolene, zároveň zjistím, co znamená pojem posturální stabilita a jak můžeme hodnotit změny v posturální stabilitě v rekondiční fázi po zranění kolene.

2 Teoretická část

2.1 Rekondice a fáze návratu ke sportu

V této části si rozebereme specifika rekondice a také rozebereme fáze programu zaměřené na návrat ke sportu, které jsou s rekondicí spojené.

2.1.1 Rekondice

Rekondice představuje tréninkový model pro sportovce po zranění nebo operaci, který se zaměřuje na výkon. Tento proces je řízen výkonnostním týmem a je podpořen lékařským dohledem. Při návrhu programu se vychází z konečného cíle, kterým je návrat do soutěže. Následně se plánuje postup zpět k datu operace či úrazu. Tento přístup umožňuje výkonnostnímu týmu zohlednit všechny aspekty sportovního rozvoje bezprostředně po zranění nebo operaci, aby co nejlépe připravil jednotlivce na skutečné nároky, které ho v soutěži čekají (Knowles, 2015).

Rekondiční trénink začíná ihned po zranění a pokračuje až do doby, kdy se sportovec vrátí k soutěžnímu výkonu, což je zobrazeno v obrázku 2. Je důležité chápat vážné zranění jako neurofyzilogickou dysfunkci, nikoli pouze jako běžné periferní poranění pohybového aparátu. I když se jedná o periferní zranění, má centrální důsledky. Proto je nezbytné trénovat mozek prostřednictvím pohybových aktivit ve všech fázích péče po zranění, a ne se zaměřovat pouze na svaly. Mnoho protokolů, které omezují aktivní pohyb, například použití ortézu nebo přístrojů pro kontinuální pasivní pohyb (CPM), může narušit normální pohybové vzorce, které sportovec potřebuje k efektivnímu tréninku v nadcházejících týdnech a měsících. Při zranění kloubů je nejvhodnější využít neuromuskulární kontrolu a koordinované pohybové vzorce jako ortézu. Tyto vzorce lze rozvíjet brzy a často, pokud to protokol umožňuje (Knowles, 2015).

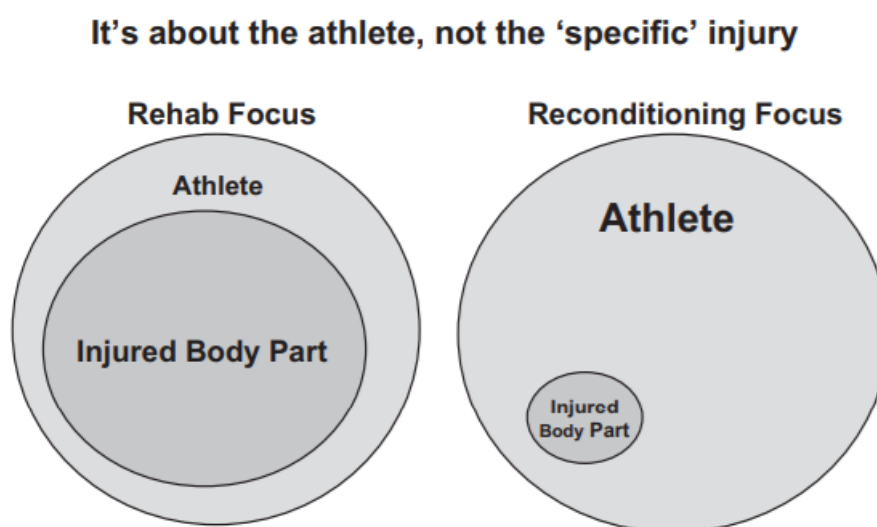
Rehabilitační protokoly se často soustředí na to, co sportovec nemůže vykonávat, místo aby se zaměřily na to, co je schopen dělat. Tento přístup je obvykle reakcí na ochranu při léčení zranění, avšak taková omezení mohou negativně ovlivnit jak krátkodobé, tak dlouhodobé pohybové schopnosti sportovce. Často se jako forma ochrany volí odpočinek, ale krátkodobá i dlouhodobá nervosvalová inhibice spojená s tímto přístupem může ve skutečnosti ohrozit proces regenerace během vývoje sportovce (Knowles, 2015). Tato skutečnost je znázorněna v obrázku 1.

Knowles (2015) tvrdí, že model rekondice naopak bere v úvahu potřebu chránit proces obnovy a udržovat kloubní homeostázu, přičemž podporuje aktivnější tréninkové metody.

Rekondice se zaměřuje na zvyšování výkonnosti, což znamená, že sportovce připravujeme na budoucí výkony, nikoli pouze léčíme jejich zranění. Tento proces zahrnuje trénink pohybů, které sportovec běžně provádí, avšak s odpovídající intenzitou a zátěží. Tato strategie pomáhá udržovat a obnovovat koordinované pohybové vzorce nezbytné pro budoucí úspěchy ve sportu. Ať už jde o fyziologické nebo psychologické reakce, výsledky jsou velmi pozitivní. Tradiční lékařský model rehabilitace, který se soustředí převážně na zranění, často podceňuje celkovou léčebnou odezvu organismu na trénink známých pohybů.

Obrázek 1

Rozdíl mezi cílem rehabilitace a cílem rekondice



(Joyce, Lewindon, 2016)

Legenda: Rehab focus – cíl rehabilitace; Athlete – sportovec; Injured body part – zraněná část těla; Reconditioning focus – cíl rekondice

2.1.2 Fáze návratu ke sportu

Atletický rozvoj¹

Rekondice, jakožto model zaměřený na výkonnost, je více spojována se sportovním rozvojem než se sportovní terapií (Gambetta, 2007). To naznačuje, že rekondice sleduje stejnou funkční trajektorii bezprostředně po zranění nebo operaci až do doby, kdy se sportovec vrací k soutěžnímu výkonu. Tento proces zkoumá schopnosti sportovce v okamžiku, kdy začíná s přípravou na pokročilejší trénink. Všechny rozhodnutí týkající se léčby po zranění mají zásadní

¹ Komplexní postup pohybové přípravy sportovce po zranění. Zahrnuje se první pomoc po zranění, rehabilitace, rekondice a osvojování pohybových dovedností.

význam pro zajištění kvalitního pohybu s přesností a stylem. Například pokud je koleno po operaci 12 týdnů fixováno ortézou, může dojít k oboustranné svalové inhibici v důsledku jednostranného poranění kolene. Rekondiční cvičení může narazit na problém při snaze dosáhnout optimální rychlosti s elegancí, což je obzvlášť důležité. Tento problém je způsoben změnou mechanikou, kterou ortéza vyvolává. Pokud však postupně obnovíte nervosvalovou kontrolu pro stabilizaci kolene (využitím přirozeného „bracingu“ těla) a implementujeme vhodně zatížené pohybové vzorce specifické pro daný sport, můžete skutečně zlepšit kvalitu rychlosti během soutěže (Knowles, 2015).

Knowles (2015) upozorňuje, že postupný přístup, který rekondice podporuje, vyžaduje odborné znalosti a zkušenosti pro pochopení pohybů, které ovlivňují sportovní výkon. Odborník zapojený do rekondičního procesu by měl mít osobnostní předpoklady k tomu, aby sportovce efektivně „vedl“ k zlepšení jejich pohybových schopností. V tomto kontextu platí, že „cvičení samo o sobě nedosahuje dokonalosti, ale trénink přináší stabilitu“. Je důležité provádět trénink pravidelně a správně; jinak hrozí zhoršení výkonnosti nebo riziko opětovného zranění v budoucnosti.

Zranění sportovce by nikdy nemělo narušit možnost trénovat. Musíme se podívat na způsoby, jak zranění obejít. Bohužel většina rehabilitačních protokolů v rané a střední fázi je navržena tak, aby chránila zranění tím, že zabraňuje nebo omezuje normální pohybové vzorce. Rekondiční trénink v téže fázi využívá přístup atletického rozvoje tím, že co nejdříve podporuje normální pohybové vzorce. To se provádí kreativními způsoby, které chrání zranění, ale vždy přispívají k obnovení správných atletických vzorců. Mozek je extrémně plastický, proto každý pohybový vzorec, který je sportovci v pooperačním období vštěpován, může ovlivnit jeho výkonnost (Knowles, 2015).

Příprava

V modelu tréninku založeném na výkonu považujeme péči po úrazu spíše za přípravné období než za rehabilitační fázi. Jedná se o nenápadnou, ale zásadní změnu paradigmatu, protože sportovce připravujeme na návrat k soutěži, nikoliv pouze na odstranění zranění. Cílem přípravného období je vrátit sportovce na nejvyšší úroveň tréninku v co nejkratší době při respektování homeostázy a následně v ní zůstat po značnou dobu, aby se prokázala udržitelnost. Tyto vlastnosti je třeba naplánovat již od doby bezprostředně po zranění nebo operaci, aby bylo možné dosáhnout vysoké výkonnosti po návratu. Rozvoj adaptivních kvalit vyžaduje čas a je závislý na zásadně správných pohybových vzorcích. Příliš často se sportovci „přizpůsobují“

protokolu lékaře/terapeuta po dobu několika měsíců; přesto tento protokol často podceňuje skutečné nároky, které vyžaduje týmový trénink nebo soutěž. To je příklad, kdy sportovec není „přizpůsobivý“ na základě návrhu programu, a proto nedokáže dlouhodobě udržet vysokou intenzitu úsilí (Knowles, 2015).

Návrat do soutěžní fáze

Konečný cíl rehabilitace se běžně označuje jako návrat do hry (RTP). V oblasti výkonnostního tréninku se však tento termín používá pro popis fáze přípravy nebo tréninku v ročním plánu jen zřídka. Lékařská komunita používá termín Return to Play (Návrat do hry) k širokému popisu závěrečné fáze rehabilitace, která představuje trénink dovedností, týmový trénink, zápasy a/nebo soutěže. Fáze RTP typického rehabilitačního protokolu obvykle navrhuje méně strukturovaný, nedostatečně propracovaný plán přípravy sportovce na vysoce intenzivní soutěžní trénink nebo hry. To není překvapivé, protože se nejedná o oblast, kterou by se zabývali tradičně vzdělaní lékařsky orientovaní odborníci (Knowles, 2015).

Dle Knowlese (2015), rekondiční model používá termín „návrat k soutěži“ (RtC: Return to Competition)), protože představuje realističtější chápání nároků, které budou na sportovce kladeny. Soutěž je obvykle intenzivnější a náročnější na organismus než týmový trénink nebo hra. Ve většině sportů dochází ke zranění a opětovnému zranění častěji při soutěži než při tréninku. Proto, abyste si zasloužili právo soutěžit, musíte úspěšně projít časově náročným přípravným obdobím, abyste prokázali schopnost tuto zátěž vydržet. Zkušený trenér, který skutečně rozumí výkonnosti a nárokům, které daný sport vyžaduje, musí tuto úroveň návrhu programu vypracovat.

Skladba tréninkového programu

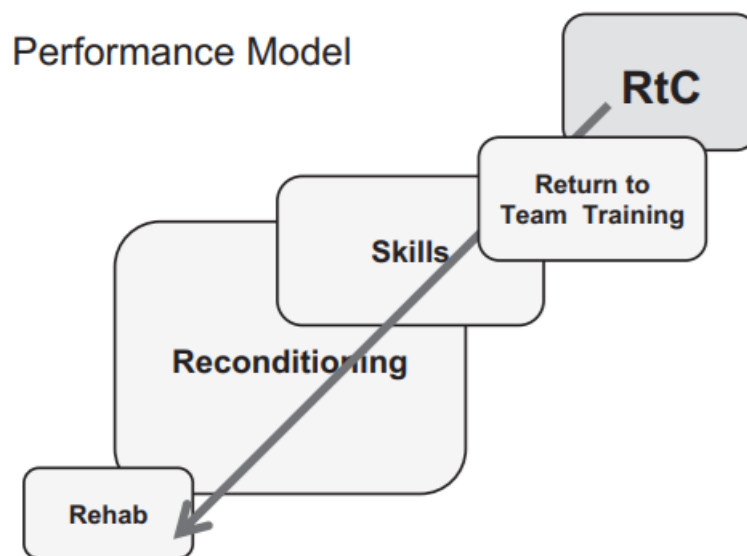
Knowles (2015) uvádí, že trenérský tým pečlivě zkoumá, jak by měl sportovec vypadat po fyzické stránce, aby byl konkurenceschopný a snížil riziko zranění. Poté se strategicky zaměří na plán po zranění a po operaci. Tento plán je vytvářen společně s lékařským týmem, ale není vlastněn jednou konkrétní profesí. Například během všech fází RtC by měl být významný časový kontakt s pracovníky atletického rozvoje. Všechny profese musí pracovat interdisciplinárně, aby byla zajištěna bezpečnost sportovce, ochrana hojících se struktur a jejich kvalifikovaná příprava ve všech aspektech sportovní způsobilosti.

Rekondiční programy jsou založeny na kritériích, nikoli na protokolu. Neměla by existovat žádná pevná časová osa, která by určovala postup sportovce směrem k návratu do

tréninku a nakonec k návratu do soutěže, což je znázorněno na obr. 2. Měly by být vytvořeny směrnice pro sledování homeostatických reakcí na týdenní/měsíční trénink a biologické uzdravování by mělo být respektováno a sledováno podle indikací. Trénink kvality pohybu, síly, koordinace, rychlosti a výkonu bude řešit neurofyziologické dysfunkce, které se objevují při zranění, ale musí být rozvíjeny včas a často v průběhu celého programu. Důsledné hodnocení výkonnostního týmu nakonec určí připravenost sportovce na další úroveň rekondice. To je velmi důležité, aby se předešlo škodlivým fázím (prostožům) v programu, kdy sportovci není umožněno postupovat tempem nezbytným pro zachování jeho bezpečnosti a podporu výkonnosti (Knowles, 2015).

Obrázek 2

Skladba tréninkového programu od návratu k soutěži po zranění



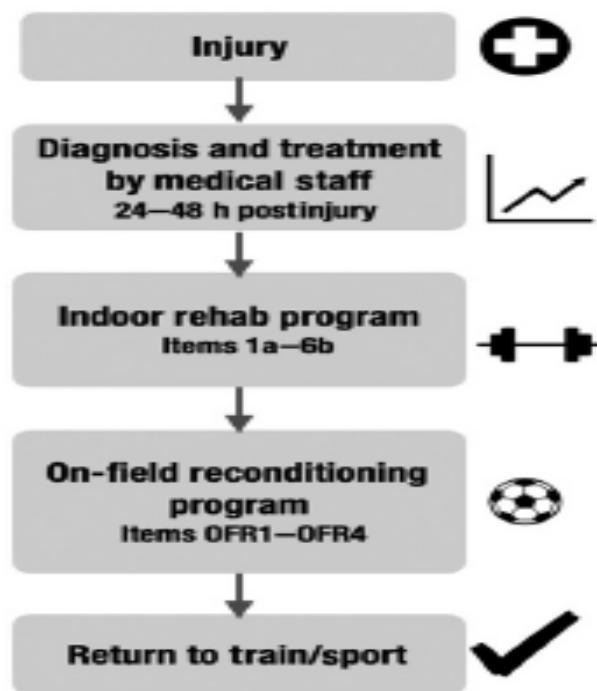
(Joyce, Lewindon, 2016)

Legenda: Performace model – model výkonu; RtC – návrat k soutěžení; Return to team training – návrat k tréninku s týmem; Skills – dovednosti; Reconditioning – rekondice; Rehab – rehabilitace

Jimenez – Rubio, Rodriguez a Navadar (2021) sestavili pracovní postup při návratu po zranění, který rozdělili na zranění, diagnózu a léčbu, vnitřní rehabilitační program, rekondiční program v terénu a návrat k tréninku/sportu (obr. 3). Tento plán byl následně hodnocen nezávislými experty a aplikován na zraněné hráče 1. a 2. španělské fotbalové ligy.

Obrázek 3

Pracovní postup při návratu po zranění A

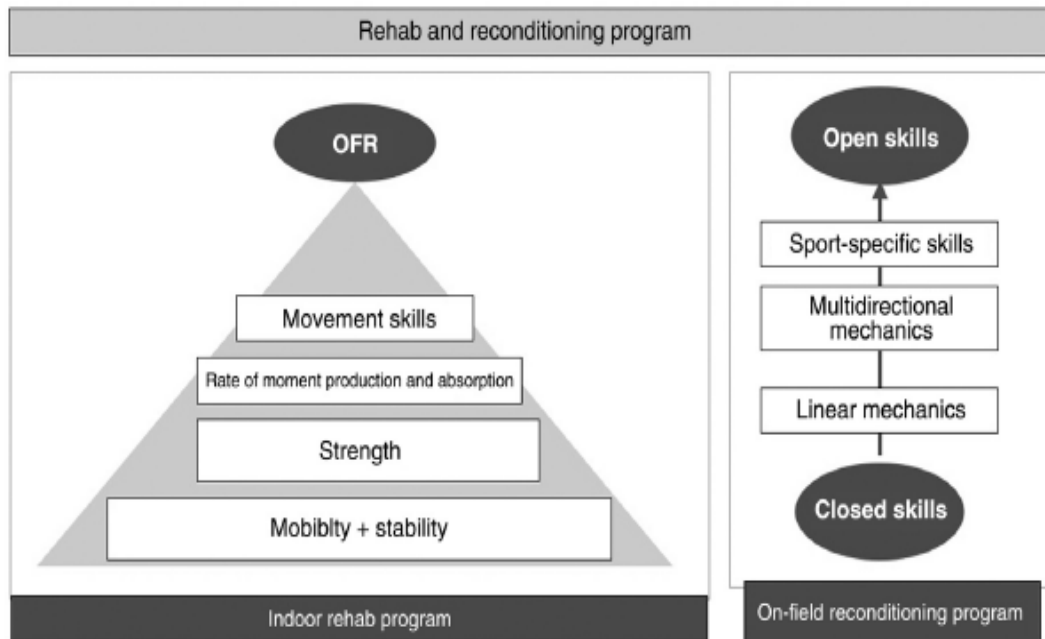


(Jimenez – Rubio, Rodriguez, Navadar, 2021)

Jimenez – Rubio, Rodriguez a Navadar (2021) dále definovali rehabilitační plán ve vnitřním prostředí (obr. 4) na trénink mobility a stability, následně trénink síly a základního rozvoje rychlosti a znovuosvojování pohybové dovednosti. Poté také definovali rekondiční program v terénu, který rozdělili na uzavřené dovednosti, lineární mechaniky, vícesměrové mechaniky, dovednosti specifické pro daný sport a otevřené dovednosti.

Obrázek 4

Pracovní postup při návratu po zranění B



(Jimenez – Rubio, Rodrigez, Navadar, 2021)

2.2 Stručný nástin mechanismů vzniku zranění

Mechanismus zranění se chápe jako biofyzikální popis úrazového jevu. Jedná se o způsob, jak interpretovat objektivní skutečnost pomocí zákonitostí mechanického pohybu. Při zkoumání mechanismu zranění si můžeme klást otázku – jak k úrazu došlo (Moster, Mosterová, 2007).

Zahradník (2015) na základě jím prostudované literatury navrhuje mechanismy, které mohou zapříčinit vznik zranění kolene a to:

- aplikaci přední tibiální střížné síly vznikající z důvodu nadměrné kontrakce čtyřhlavého svalu stehenního a nedostatečné aktivace hamstringů (Berns et al., 1992; DeMorat et al., 2004; Lipps et al., 2012);
- zvýšení axiální komprese kolenního kloubu (Yeow et al., 2009; Wall et al., 2012);
- zvýšení valgózního zatížení kolenního kloubu (valgózní kolaps kolenního kloubu) ve frontální rovině (Kristianslund & Krosshaug, 2013; Krosshaug et al., 2007);
- zvýšení interní tibiální rotace (Levine et al., 2012; Markolf et al., 2004);
- zvýšení externí tibiální rotace (Olsen et al., 2004);
- kombinaci výše uvedených navržených mechanismů (Berns et al., 1992; Markolf et al., 1995).

Quatman et al. (2010) uvádějí, že 82 % navrhovaných mechanismů vzniku zranění kolene podporuje pohyby v sagitální, frontální a transversální rovině. Zahradník (2015) dále tvrdí, že navrhované mechanismy naznačují, že kolenní kloub může být vystaven vysokému zatížení v různých rovinách. Tento závěr je v souladu s výzkumem Shimokochiho & Shultze (2008), kteří identifikují primární mechanismus vzniku zranění jako vycházející ze zatížení kolenního kloubu ve všech těchto rovinách. Autoři se shodují, že zranění kolene často nastává při sportovních aktivitách, jako jsou skoky a doskoky, změny směru nebo rychlé otáčky o 180°.

2.3 Nejčastější zranění kolene ve vybraných sportech a jejich příčiny

V této části diplomové práce se zaměříme na stručný přehled nejčastějších zranění ve vybraných sportech a jejich mechanismy vzniku při daném sportu. Mezi zranění kolene můžeme řadit například zranění postranních a zkřížených vazů (nejčastěji přední zkřížený vaz), dále zranění menisku a pately. Při zranění se může přistoupit k více typům léčby, konkrétně k chirurgické léčbě (operativní zákrok) nebo konzervativní léčbě (standardně nošení ortézy). Tyto zranění požadují řádnou a dlouhou rekonvalescenci, při které se pomocí terapií a cvičení navrácí hybnost do operovaného kloubu a posilují se patřičné svaly, pro správné fungování kolenního kloubu a celkovou funkčnost pohybového aparátu.

Hlavní příčinou poranění vnitřních postranních vazů jsou obvykle silné síly působící z vnější strany kolene nebo náhlé rotační pohyby bérce do stran. Pokud nedojde k adekvátnímu zhojení těchto kolaterálních vazů, může u osob, které utrpěly toto zranění, vzniknout chronická nestabilita kolenního kloubu. S postupem chronické nestability, způsobené poškozením a nedostatečným zhojením postranních vazů, může dojít k poruše a následnému selhání zkřížených vazů. Tento stav pak vede k sekundárnímu zhoršení celkové stability kolene, což může mít za následek poškození chrupavek a menisků (Dungl, 2014).

Z hlediska zájmu a častých příčin mnou zkoumaného úrazu v těchto sportech jsem si vybral následující sporty.

2.3.1 Fotbal

Grassi et al. (2017) provedli videoanalýzu mechanismů a situací při zranění ACL ve fotbale. V ní tvrdí, že pokud se jedná o okamžik zranění, většina z nich nastává při předem definovaných akcích, jako jsou presink, souboj, kop nebo driblink. Presink a souboje jsou složité činnosti, které obvykle zahrnují rychlý pohyb vpřed, po kterém následují úkroky do strany s cílem dosáhnout na míč. Tyto akce často představují reaktivní manévry, které mohou vyžadovat náhlou změnu polohy těla a techniky, což vede k nerovnováze hráče a vystavuje dolní končetiny nebezpečným pozicím. Kop a driblink zahrnují také rychlé a výbušné pohyby s častými změnami směru, což může způsobit nadměrné zatížení zkřížených vazů a zvýšit riziko jejich přetržení. Dále jsou tyto situace často spojeny s přímým nebo nepřímým kontaktem s protihráčem, což může působit vnějšími silami na rotované a flektované stojné koleno nebo vést k ztrátě rovnováhy v klíčové fázi doskoku po kopu.

2.3.2 Házená

Olsen et al. (2004) se zabývali mechanismy ACL u hráček házené z norské ligy nebo mezinárodních soutěží. Hlavním zjištěním této studie bylo, že zranění předního zkříženého vazy (ACL) u hráček ženské týmové házené se nejčastěji vyskytovalo ve dvou specifických situacích: při naznačení pohybu plant-and-cut, což je změna směru během přihrávky soupeři, a při doskoku na jednu nohu. V obou případech byl identifikován podobný mechanismus zranění. Bylo pozorováno konzistentní vzorce, kdy docházelo k násilnému valgoznímu kolapsu kolena, které se nacházelo téměř v plné extenzi, spolu s mírnou rotací holenní kosti, ať už vnější, nebo vnitřní. Chodidlo bylo pevně opřeno o zem a téměř ve všech případech se nacházelo mimo osu kolena.

2.3.3 Basketbal

Gill et al. (2023) provedli studii, ve které se zabývali zraněním ACL u hráčů basketbalové NBA. Tato studie ukázala, že „tah na koš“ byl spojen s nejvyšším výskytem natržení ACL (42,1 % ze 47 zkoumaných zranění). Tento výsledek je v souladu s nedávným výzkumem, který zjistil, že tendence k tahu na koš zvyšuje riziko natržení ACL u hráčů NBA (Schultz et al., 2021). Toto tvrzení odpovídá předchozím studiím o házené, které identifikovaly útočné akce hráče s míčem jako nejčastější scénář zranění, avšak liší se od studií o fotbale, kde bylo zjištěno, že nejběžnějším scénářem je obranný pressing. Vedení míče na koš často zahrnuje techniku mírného úkroku do strany, podobně jako při útočných akcích v házené, což zvyšuje valgozní postavení a vnitřní rotační moment v kolenu. Na „Euro-step“, který zahrnuje výraznější úkrok do strany, připadalo 30,7 % zranění při prvním kroku směrem ke koši. Obránci mají tendenci hrát stylem, který častěji zahrnuje tah na koš než jiné pozice. Dále tato studie zjistila, že 60,5 % zranění se týkalo hráčů, kteří měli míč v držení. Předchozí výzkum ukázal, že obránci tráví nejvíce herního času s míčem a vykonávají více aktivit při různých intenzitách.

2.3.4 Sjezdové lyžování

Bere et al. (2011) provedli analýzu, ve které se zabývali zraněním ACL u sjezdových lyžařů. V ní tvrdí, že ke většině zranění došlo, když sportovec ještě lyžoval, a identifikovali 3 charakteristické mechanismy: uklouznutí, přistání se zpětnou vahou a dynamické pluzení. Zajímavým rysem mechanismů skluzu a dynamického pluzení je, že konečný výsledek, nejspíše vnitřní rotace a valgozní zatížení kolene, se v obou případech jeví jako velmi podobný.

V případě mechanismu skluzu a zachycení se lyžaři natahovali vnější lyží (a tedy natahovali koleno), aby obnovili kontakt se sněhem. Poté se vnitřní hrana náhle zachytila o povrch sněhu, čímž se koleno dostalo do vnitřní rotace a valgozity. Tento způsob zatížení souvisí se samořídícím účinkem carvingových lyží. Když hrana lyže zachytí povrch sněhu, působí lyže jako páka, která způsobuje vnitřní rotaci kolena. V těchto případech se lyže opět odklonila od těžiště těla, což způsobilo, že se lyžař dostal do rozštěpené polohy. Pro dynamické pluzení byl identifikován stejný mechanismus zranění.

2.4 Fáze rehabilitačního programu

Kolář et al. (2020) rozdělují rehabilitační program po rekonstrukci ACL do pěti fází, přičemž jeho průběh je individuální, u každého pacienta může být rozdílný a které případně odpovídají procesu hojení tkání. Musí se dbát důraz na individuální přístup k pacientovi z důvodu různých délek fází hojení kolene po operaci. Závisí vždy na typu operačního výkonu a jeho technickém provedení a zázemí, dále záleží na motivaci, předchozích zkušenostech pacienta s pohybem, na stupni jeho intramuskulární koordinace a regeneračních schopnostech. Neméně důležité jsou sociální faktory, vlastnosti a schopnosti terapeuta.

- 1. fáze, předoperační, začíná ve chvíli úrazu,
- 2. fáze: 0. - 2. týden po operačním výkonu, je nejdůležitějším časovým obdobím rehabilitace,
- 3. fáze: 3. - 5. týden po operaci, kdy se pokračuje v předešlé rehabilitaci s hlavním cílem zvýšit rozsah flexe v kolenním kloubu a dosáhnout plné extenze v kloubu,
- 4. fáze: 6. - 8. týden po operaci, kdy se vlivem silových cvičení snažíme dosáhnout zvýšení svalové síly a pomocí balančních a stabilizačních cvičení docílit zlepšení senzomotoriky a propiocepce,

V této fázi rehabilitace je důraz kladen na zvyšování svalové síly a stabilizaci, včetně cvičení zaměřených na zlepšení senzomotorických dovedností a propiocepce, proto by se mělo začít provádět testování posturální stability. Testování posturální stability hraje klíčovou roli při hodnocení schopnosti pacienta udržet rovnováhu a kontrolovat pohyb, což je zásadní pro návrat k běžným činnostem a sportovním aktivitám (Kolář et al., 2020).

- 5. fáze: od 8. týdne po operaci, kdy už je ukončena ambulantní část rehabilitace a další kroky záleží na typu a intenzitě zátěže, kterou pacient vyžaduje. Pokud jde o sportovce, je hlavním cílem návrat pacienta ke sportovním činnostem.

Fáze rehabilitačního programu jsou úzce spojeny s procesem hojení tkání po zranění. Tento proces se dělí na pět fází.

- 1. fáze alarmová: 0 – 2 dny. Primární léčbou v počáteční fázi rehabilitace je RICE. Tento termín znamená Rest, Ice, Compression a Elevation (odpočinek, led, komprese a elevace). V praxi by měla být zraněná končetina položena ve vyvýšené poloze, měla by být mechanicky odlehčena, měla by se dávkovat externí komprese, měl by být zařazen aktivní pohyb v bezbolestném rozsahu pohybu a měla by být zařazena kryoterapie.
- 2. fáze zánětlivá: 2 – 5 dní. Tělo rychle odpovídá na jakékoliv porušení tkáně. Na začátku procesu hojení se rozvíjí vaskulární a celulární odpověď na poškození. Myofibroblasty uzavírají ránu, působí kolagen 3. typu, který je však velmi tenký. V této fázi je důležité nepotlačovat fenomény jako je otok, bolest, zarudnutí, zteplání a porucha funkce. Bez zánětu neproběhne vznik fyziologicky funkční tkáně. Není vhodné dlouhodobě používat kryoterapii, protože může dojít k poškození volných nervových zakončení a lymfatického systému. Je vhodné provádět aktivní pohyb v bezbolestném rozsahu.
- 3. fáze proliferační: 5 – 21 dní. V této fázi dochází k orientaci kolagenových vláken. Můžeme zařadit mobilizaci a trénink, cvičení však musí být bezbolestné. Když se při tréninku objeví otok v oblasti zranění, je to známka přetížení. Zátěž při cvičení nesmí být podprahová, protože nedochází ke správné orientaci vláken a ty následně zůstávají tenčí. Můžeme dále zařadit pozitivní termoterapii, intermitentní komprese, dále zvyšujeme rozsah pohybu a isometricky posilujeme submaximální intenzitou.
- 4. fáze konsolidace: 21 – 60 dní. V této fázi dochází k přeměně kolagenu 3. typu na kolagen 1. typu. V této fázi je možné zařadit aquajogging, pozitivní termoterapii, zvyšování rozsahu pohybu i svalové síly, strečink a koordinační cvičení.
- 5. fáze přestavby: 60 – 360 – 500 dní. Během fáze přestavby fibroblasty opustí místo rány a kolagen je přestaven do organizovanější matrix. Pro sport je nutná 30% přestavba kolagenu. 85 % kolagenu je přebudován do 150 dní. Pro hojení jsou podstatné pozitivní faktory a to přísun vitamínu C a zinku. Hojení mohou ovlivnit i negativní faktory jako

například nesteroidní protizánětlivé léky proti bolesti, bagatelizace zranění nebo bolesti, výživa (alkohol, kofein, nízké pH), spánek, stres a nikotin (Hnátová, 2022).

2.5 Postura

Různí autoři mají odlišné názory na pojem postura, což ztěžuje jeho definici a také hodnocení poruch posturálních funkcí, jelikož každý autor přistupuje k této problematice jinak. Někteří z nich se zaměřují pouze na posturu ve vzpřímeném stoji a statickém držení těla, čímž tento pojem zúžují. Podle Véleho (2006) není standard správného držení těla přesně definován a nelze jej jednoznačně určit. Pro porozumění této problematice je nezbytné mít komplexní a ucelený pohled, který zahrnuje znalosti z anatomie, biomechaniky a neurofyziologie, a především se zaměřuje na ontogenetický vývoj. Důležité jsou také charakteristiky zatížení a regulační mechanismy posturálního svalstva. Posturální (stabilizační) svalová funkce se aktivně podílí nejen při pohybu, ale i ve statické pozici, což umožňuje optimální zatížení kloubu (Kolář et al., 2020).

Dle Koláře et al. (2020) se hodnocení postury provádí na základě srovnání s tzv. ideální posturou. Ideální postura je definována centrálním programem a její hodnocení by mělo být posuzováno v širších souvislostech. Při vyšetření postury se zaměřujeme na segmentální uspořádání, úroveň svalového napětí a jeho distribuci. Při porovnávání s ideální posturou nás rovněž zajímá původ zjištěných odchylek. Fyziologicky je v svalech minimální posturální napětí, pokud jsou pohybové segmenty v centrované pozici.

Postura je definována jako aktivní držení různých pohybových segmentů těla v reakci na působení vnějších sil, přičemž nejvýznamnější z těchto sil je gravitační síla. Posturu lze také chápat prostřednictvím vývojové kineziologie, která se zabývá lokomočním vývojem dítěte a zahrnuje pozice jako je ležení na břiše, šikmý sed nebo poloha na čtyřech. Nelze ji vnímat pouze jako statické držení těla, protože zahrnuje nejen udržení těla proti gravitaci, ale také stabilizaci jednotlivých částí těla v prostoru. Postura tvoří nedílnou součást a dokonce základ jakéhokoli pohybu, který vykonáváme, například při zvedání horní či dolní končetiny proti gravitaci (Kolář et al., 2020).

V souvislosti s posturou rozlišujeme:

- Posturální stabilitu,
- Posturální stabilizaci,
- Posturální reaktibilitu.

2.5.1 Posturální stabilita

Lord et al. (2007) definují posturální stabilitu jako schopnost jedince udržet polohu těla, přesněji řečeno jeho těžiště, v určitých hranicích prostoru, označovaných jako hranice stability. Hranice stability jsou hranice, v nichž tělo může udržet svou polohu, aniž by se změnila opora. Tato definice posturální stability je užitečná, protože zdůrazňuje potřebu diskutovat o stabilitě v kontextu konkrétního úkolu nebo činnosti. Například hranicí stability normálního uvolněného stoje je plocha ohraničená oběma chodidly na zemi, zatímco hranice stability unipedálního stoje je redukována na plochu, kterou pokrývá jediné chodidlo v kontaktu se zemí. Vzhledem k tomuto zmenšení hranice stability je jednostopý postoj ze své podstaty náročnějším úkolem vyžadujícím větší posturální kontrolu

2.5.2 Posturální stabilizace

Posturální stabilizace je primárně definována jako aktivní udržování jednotlivých segmentů těla proti vnějším silám, přičemž je řízena centrálním nervovým systémem. Zpevněním těchto segmentů vznikají tzv. centrované klouby, které jsou správně zatěžovány, aby umožnily co nejefektivnější a nejúspornější pohyb, což přispívá k vzpřímenému držení těla a následné lokomoci. V statické poloze lze odolávat gravitační síle díky koaktivační aktivitě agonistických a antagonistických svalů, což zajišťuje relativní tuhost kloubů. Posturální stabilizace se podílí na jakémkoli pohybu, včetně akrálního pohybu, a neomezuje se pouze na působení proti gravitaci (Kolář et al., 2020).

Suchomel (2006) popisuje dynamickou centraci a stabilizaci segmentu jako aktivní proces, který se odehrává v určité poloze i během pohybu. Tento proces vede ke stavu stability, při kterém je kloubní pouzdro co nejméně namáháno a periartikulární svaly spolupracují optimálně, což umožňuje ekonomický pohyb v kloubu. Posturální stabilizace závisí na aktivaci lokálních a globálních stabilizátorů a kvalita postury je ovlivněna tím, jak jsou jednotlivé svaly nebo svalové skupiny zapojeny do posturální funkce.

2.5.3 Posturální reaktibilita

Jde o posturální funkci pohybového systému, kdy tělo reaguje na pohyb části těla, například pohyb akrální. Reakcí je stabilizace a zpevnění jednotlivých segmentů za účelem získání tzv. punctum fixum, neboli zpevnění jedné úponové části svalu takovým způsobem, aby vzniklo punctum mobile. A to tak, aby druhá úponová část byla schopna provést pohyb, jako třeba zmíněný pohyb končetin. Ten ale nemůže být proveden, pokud není v oblasti úponu zajištěná tuhost segmentu kloubu, tzn. pohyb závisí na úponové stabilizaci svalu. Tuhost segmentu ovlivňuje koordinační aktivita agonistů, antagonistů a dalších svalových skupin. Cílený pohyb je ovlivnitelný vůlí, na rozdíl od reaktivních stabilizačních funkcí, které probíhají mimovolně. Aktivita svalů se v pohybovém systému „řetězí“, protože zpevnění segmentu vyvolává aktivitu dalších svalů upínajících se do segmentu, které „posouvají“ zpevnění do dalších částí těla (Kolář et al., 2020).

2.5.4 Hluboký stabilizační systém páteře (HSSP)

Podle mnoha autorů je hluboký stabilizační systém páteře úzce spjat s posturou, přičemž jednotlivé svaly tohoto systému se aktivují během posturální činnosti. Celý pohybový aparát je tedy vzájemně propojen. Při pohybu jednotlivých segmentů se síly přenášejí do celého těla. Hluboký stabilizační systém páteře zajišťuje stabilizaci trupu a napřímení páteře jak při různých tělesných aktivitách, tak i v klidových pozicích. Častým projevem dysfunkce svalů tohoto systému a následné instability páteře jsou bolesti v oblasti bederní páteře (Kolář et al., 2020).

Hluboký stabilizační systém páteře zahrnuje svaly, jako jsou bránice, m. transversus abdominis, m. obliquus abdominis internus, svaly v nejhlubší vrstvě podél bederní páteře (mm. multifidi) a také svaly pánevního dna (Kolář et al., 2020).

Bránice (diaphragma) je plochý sval s příčně pruhovanou strukturou, který svým kopulovitým tvarem odděluje hrudní dutinu od břišní dutiny. Bránici dělíme na tři části: pars lumbalis, pars costalis a pars sternalis. Vrchol bránice, který má tvar trojlístku, tvoří úponová šlacha známá jako centrum tendineum, od níž se svalová vlákna rozbíhají dolů k úponům (Palaščáková Špringrová, 2010).

Dle Koláře et al. (2020) je bránice bezesporu hlavním svalem dýchacího systému, avšak prokázalo se, že se také významně podílí na posturálních funkcích, což ji oprávněně řadí mezi klíčové svaly v těle. Díky tomu se její schopnosti využívají v oblasti respirační fyzioterapie. Pohyb bránice ovlivňuje tepovou frekvenci a krevní tlak změnou nitrohruďního tlaku, a také

zvyšováním nitrobřišního tlaku přispívá k vytvoření tzv. břišního lisu, k němuž dochází stažením bránice směrem dolů v kombinaci se svaly břišní stěny. Dále hraje důležitou roli při defekaci, intenzivní mikci a během porodu. Bránice se rovněž podílí na ochranných mechanismech, které aktivují dýchací svaly, jako jsou kašel a kýchání; tyto reflexy lze částečně ovlivnit vůlí. Při těchto reakcích dochází ke kontrakci dýchacích svalů po jejich podráždění. Správná funkce respiračních svalů může být narušena ventilačními poruchami respiračního systému, což může mít vliv i na posturální funkce. V závislosti na poloze těla se jednotlivé části bránice během posturálních funkcí kontrahují samostatně a mohou být aktivovány jednotlivě. Funkce dýchacích svalů a stabilizační funkce se vzájemně ovlivňují, což umožňuje cíleně zasahovat do činnosti dýchacího svalstva.

Před vyšetřením a testováním stabilizačních funkcí páteře by mělo být provedeno anamnestické vyšetření a hodnocení funkčního stavu pasivního systému pomocí zobrazovacích metod. Při zkoumání těchto funkcí se zaměřujeme na identifikaci dysfunkcí při zapojení svalů do stabilizačních mechanismů, přičemž nás zajímá především kvalita tohoto zapojení. Používají se testy vycházející z tzv. Australské školy a testy založené na principu motorické ontogeneze. Je rovněž důležité sledovat fyziologické zakřivení páteře, schopnost tohoto zakřivení dosáhnout a také schopnost aktivace svalového korzetu v oblasti trupu, tedy schopnost aktivace HSSP (Palaščáková Špringrová, 2010).

2.6 Náhled na metody testování posturální stability

Existuje hned několik metod, kterými můžeme hodnotit posturální stabilitu. Řadíme mezi ně například Posturografii, standardizované testy rovnováhy, MFT S3 Check a Y – Balance test.

Na metody testování posturální stability po zranění kolene bylo vytvořeno nespočet studií. Například Otto (2015) používal metodu MFT S3 Check po operaci ACL u fotbalistů. Ve své práci se zaměřuje na stabilitu, senzomotoriku a symetrii a hodnotí tyto parametry napříč rekondiční fází. Trešlová (2023) zase používá Y – Balance test jako možný indikátor návratu k tréninku po zranění kolene. Dvorská (2023) používá také metodu Y – Balance testu pro hodnocení posturální stability u fotbalistek. Chtěl bych navázat na používání metod MFT S3 Check a Y – Balance testu a chtěl bych objasnit, jestli se tyto metody dají použít jako hlavní indikátory pro návrat zraněného sportovce do tréninkového procesu či nikoliv. Proto jsem tyto metody rozebral v následující části.

2.6.1 Metoda s využitím MFT S3 Check

Raschner et al. (2017) použili metodu testování pomocí MFT S3 Check u alpských lyžařů ve věku 11 – 18 let, aby zkoumali rozdíly mezi pohlavími v souvislosti s jejich rovnováhou, která je v alpském lyžování klíčová. Účastníci prováděli balanční test v laterální a sagitální rovině. Hodnoty z tohoto měření byly dále použity k výpočtu skóre stability. Mann-Whitney U testy poté hodnotily genderově specifické rozdíly podle věkových skupin probandů. Výsledky ukázaly rozdíly mezi pohlavími pouze ve věkové skupině 14-16 let, kdy ženy měli lepší stabilitu a senzomotorické skóre než muži v předozadním směru. Ze studie vychází, že pohlaví probandů bylo v interakci s věkem a zráním a tak ovlivňovalo schopnost udržet jejich rovnováhu. Studie navíc podporuje trenéry v jejich pojetí tréninku a rozvoji talentu sportovců tím, že poskytuje normativní srovnávací data pro jednotlivé sportovce specifická pro sport, věk a pohlaví.

Wojtczyk et al. (2014) použili metodu hodnocení u polských rekreačních lyžařů v souvislosti změny výkonu rovnováhy po sedmi dnech lyžování na lyžařském kurzu. Studie se zúčastnilo 78 studentů – 24 žen a 54 mužů, přičemž 43 probandů byli začátečníci a 35 středně pokročilí lyžaři. Probandi byli testováni pomocí MFT S3 Check den před a den po kurzu. Testovací systém sestával z nestabilní jednoosé platformy s integrovaným senzorem a odpovídajícím softwarem. Změny v rovnovážném výkonu (senzomotorický a index stability) byly hodnoceny pomocí párových t-testů. Dále byly analyzovány změny v senzomotorických a stabilitních kategoriích, které byly založeny na normových datech. Ženy i muži prokázali po lyžování výrazné zlepšení v senzomotorických a stabilizačních indexech. U obou pohlaví došlo po lyžování k výraznému posunu z kategorií slabé či velmi slabé rovnováhy do průměrných až dobrých úrovní. Co se týče zkušeností s lyžováním, jak začátečníci, tak i mírně pokročilí lyžaři zaznamenali po lyžování výrazné zlepšení v senzomotorických a stabilizačních indexech. Rekreační alpské lyžování tedy přispívá ke zlepšení rovnovážných schopností bez ohledu na pohlaví či úroveň lyžařských dovedností.

Hráský et al. (2011) napsali článek na téma využití přístroje MFT S3 Check. Cílem tohoto článku je představit a využít diagnostický a tréninkový přístroj MFT S3 Check k hodnocení efektivity vybraných metod používaných během rekondičně-rehabilitačního procesu u prvoligových fotbalistů. V jejich souboru podstoupili všichni účastníci chirurgickou rekonstrukci předního zkříženého vazů (ACL). Studie poskytuje informace o aplikaci specifických rekondičně-rehabilitačních postupů, které podporují plnohodnotný návrat hráčů

do tréninkového režimu a zápasového zatížení v rámci fotbalového klubu. Testování hráči ($n = 4$), zahrnující dva obránce a dva záložníky, absolvovali tyto postupy v rámci rekondiční přípravy. Šlo o aktivity zaměřené na postupné zatěžování operovaného kolenního kloubu a souvisejících částí pohybového aparátu, stejně jako na aktivaci svalstva v oblasti kolene. Studie rovněž popisuje reakce operovaného kolenního kloubu na různé typy zatížení, které se během rekondičního procesu měnily. Díky využití metodiky MFT S3 Check a souvisejících postupů lze objektivně sledovat průběh rehabilitace a rekondice po poranění kolenního kloubu.

2.6.2 Metoda s využitím Y – Balance Test

Wilson a spol. (2018) provedli studii, jejímž cílem bylo prozkoumat souvislost mezi izometrickou silou jednotlivých svalových skupin kyčlí a výsledky Y – Balance Testu, aby lékaři mohli lépe identifikovat konkrétní oblasti svalové síly, které je třeba zlepšit u pacientů s horším výkonem v tomto testu. Výsledky ukázaly významnou pozitivní korelaci mezi výkonem ve Y Balance Testu a silou kyčelní abdukce. Dále byla nalezena souvislost mezi výsledky testu a silou kyčelní extenze a vnější rotace. Lineární regresní analýza pak odhalila, že síla abdukce kyčle je jediným významným prediktorem výkonu ve Y – Balance Testu. Autoři tedy identifikovali nejsilnější vazbu mezi výsledky Y – Balance Testu a silou abdukce kyčle, přičemž menší, ale stále významné vztahy byly zaznamenány i u síly extenze a vnější rotace kyčle. Po vyhodnocení pomocí lineární regresní analýzy se ukázalo, že právě síla abdukce je klíčovým faktorem ovlivňujícím výkon v testu. Na základě těchto poznatků by se doktoři měli při zhoršených výsledcích Y – Balance Testu zaměřit především na posilování abduktorů kyčle.

Dvorská (2023) vypracovala bakalářskou práci, jejímž cílem bylo zjistit, zda skupina fotbalistek ve věku 18 – 30 let má lepší úroveň dynamické posturální stability než nesportující skupina probandek ve stejném věku na základě naměřených dat Y – Balance Testu. Výsledky ukázaly, že testovaná skupina fotbalistek nevykazovala lepší posturální stabilitu ve srovnání se skupinou nesportujících probandek. Bylo zjištěno, že mezi testovanými skupinami nebyl statisticky významný rozdíl v dosaženém skóre. Rovněž nebylo prokázáno, že by testování dominantní končetiny vedlo k lepším výsledkům ve všech směrech. Navíc bylo u 6 z 20 testovaných fotbalistek zaznamenáno zvýšené riziko vzniku zranění.

Overmoyer & Reiser (2015) provedli studii, jejímž cílem bylo, jakým způsobem souvisí flexibilita a její asymetrie s výsledky Y Balance Testu. Dvacet zdravých a aktivních mladých dospělých během jedné návštěvy absolvovalo devět různých testů aktivního rozsahu pohybu dolních končetin (AROM) a zároveň Y – Balance Test. Mezi průměrnými hodnotami oboustranného AROM a průměrnými výsledky Y – Balance Testu v oblasti kotníku a kyčle

byly nalezeny významné korelace. Konkrétně AROM v dorzální flexi kotníku při nataženém kolenu (0° flexe) významně korelovala s předním, posterolaterálním a celkovým skóre Y – Balance Testu. Podobně AROM dorzální flexe kotníku při 90° flexi kolene vykazovala významné korelace s předním, posterolaterálním, posteromediálním i celkovým skóre testu. Flexibilita kyčle v oblasti flexe byla rovněž významně spojena s posterolaterálním, posteromediálním a celkovým skóre Y – Balance Testu. Významné vztahy mezi asymetriemi v AROM a asymetriemi ve výsledcích Y – Balance Testu byly zaznamenány pouze u plantarflexe kotníku v souvislosti s předním, posterolaterálním a celkovým skóre. Tyto nálezy naznačují, že u rekreačně aktivních zdravých jedinců může Y – Balance Testu sloužit k identifikaci nedostatků ve flexibilitě dolních končetin a asymetrií v oblasti kotníku a kyčlí. Pro komplexnější pochopení funkčního pohybu a rizika zranění však může být vhodné tento test doplnit dalšími vyšetřeními.

Trešlová (2023) vypracovala diplomovou práci, ve které zkoumala jakou dynamickou posturální stabilitu vykazovaly sportující osoby s časovým odstupem po poranění kolenního kloubu. Dále porovnávala sportující osoby po zranění kolenního kloubu, které již byly schopné plné sportovní zátěže, s těmi, které plnou zátěž ještě nedosahovaly. Práce také zkoumala, zda množství svalové hmoty dolních končetin ovlivňovalo úroveň dynamické posturální stability. Provedla komparaci dynamické posturální stability mezi jedinci po úrazu vazů a těmi po úrazu menisků. Cílem bylo rovněž zjistit, zda lze Y – Balance Test využít jako potenciální nástroj pro identifikaci vhodného návratu ke sportu po poranění kolenního kloubu. Studie ukázala, že dynamická posturální stabilita ve Y – Balance Testu byla snižena jak u zraněné, tak i u nezraněné dolní končetiny u testovaných osob. Ti, kteří se již vrátili k plné sportovní zátěži, dosahovali lepších výsledků v Composite Score YBT než ti, kteří plnou zátěž ještě nezvládali. Mezi zraněnou a nezraněnou dolní končetinou byl statisticky významný rozdíl ve výsledcích Composite Score jak u osob v plné zátěži, tak i u těch, kteří plnou zátěž ještě nedosahovali. Nicméně ve fázi plné zátěže byl rozdíl v Composite Score mezi zraněnou a nezraněnou končetinou menší. Studie také neprokázala žádnou souvislost mezi aktivní tělesnou hmotou a Composite Score u zraněné a nezraněné dolní končetiny, ani nebyl zjištěn vliv typu poranění na dynamickou posturální stabilitu.

3 Výzkumná část

3.1 Cíle a úkoly práce

Cílem této diplomové práce je hodnocení stability, senzomotorické regulace a symetrie v testu ve dvou směrech pomocí přístroje MFT S3 Check a měření dynamické stability na přístroji Y – Balance Test u vybraných sportovců po operaci kolene, kteří jsou v rekondiční fázi a zjištění, zda jsou použité metody vhodné indikátory toho, že jsou zkoumaní sportovci připraveni na návrat do tréninkového procesu daného sportu.

Úkoly práce:

- 1) Prostudovat literaturu a zpracovat teoretická východiska relevantní k zadání diplomové práce.
- 2) Seznámit se s problematikou zranění kolene u sportovců a s problematikou měřících přístrojů MFT S3 Check a Y – Balance Test.
- 3) Zpracovat získaná data.
- 4) Zhodnotit získaná data a interpretovat výsledky.
- 5) Odpovědět na výzkumné otázky.

3.2 Stanovení výzkumných otázek

- 1) Lze považovat testování posturální stability pomocí MFT S3 Check za vhodný ukazatel pro návrat jedince ke sportu?
- 2) Lze považovat testování posturální stability pomocí Y – Balance Test za vhodný ukazatel pro návrat jedince ke sportu?
- 3) Je vhodné používat testovací metody pomocí přístrojů MFT S3 Check a Y – Balance testu, při sledování úrovně posturální stability sportovců v rekondiční fázi po operaci kolene, zároveň?

3.3 Metodika práce

K potřebě této diplomové práce byla prostudována příslušná literatura a byla zpracována teoretická východiska, která jsou spojená s problematikou diplomové práce. Byl vybrán vhodný vzorek sledovaných probandů. Jedná se o longitudinální sledování s opakovanými měřeními v průběhu rekondiční fáze. Každý proband absolvoval sérii testování v různých časových bodech po operaci, a to jak v časně, tak v pokročilejší fázi rehabilitace. Následně byla zpracována sekundární data vybraných probandů z měření na přístrojích MFT S3 Check a Y – Balance

Testu. Kvantitativní data z obou testů byla analyzována deskriptivní statistikou, především sledováním trendů vývoje indexů stability, senzomotoriky, symetrie a Composite Score v čase, které bylo vypočítáno z patričních parametrů. Výsledky byly zaznamenány do tabulek v programu Microsoft Excel 2013, kde byly dále zpracovány a převedeny do grafické podoby pro přehlednou vizualizaci vývoje jednotlivých parametrů. V závěru práce jsou uvedeny odpovědi na výzkumné otázky.

3.4 Charakteristika využitých měřících metod

V této části popíšu charakteristiku a metodiku využitých měřících metod MFT S3 Check a Y – Balance testu

3.4.1 MFT S3 Check

MFT S3 Check je součástí systému MFT (Multifunktionale Trainingsgerate). Zařízení diagnostikuje úroveň nervosvalové koordinace, stability a symetrie různých segmentů těla v sagitální a frontální rovině, a zároveň tuto úroveň zvyšuje u testovaných jedinců. Je také využíváno k prevenci zranění v rehabilitačních procesech zaměřených na hlezenní, kolenní a kyčelní kloub (Hráský, Kaplan, Teplan, 2011). Diagnostika testu je možná díky datovému spojení (USB) mezi balanční plošinou MFT a počítačem, na kterém je nainstalován MFT software (Raschner et al., 2008).

Při každém testování jsou účastníci hodnoceni jak ve frontální, tak v sagitální rovině. Test začíná zvukovým signálem, po kterém mají testovaní 15 sekund na seznámení se s pohyby balanční plošiny, aniž by to mělo vliv na výsledky. Následuje 10 sekundový odpočinek a další zvukový signál, který signalizuje začátek 5 sekundové přípravné fáze, po níž začíná 30 sekundový test, během kterého se účastník snaží udržet střed těžiště (COP) co nejbližší k centru. Po dokončení prvního pokusu následuje 10 sekund odpočinku a další zvukový signál oznamující 5 sekund přípravy a druhý pokus trvající 30 sekund. Nakonec program vyhodnotí úspěšnost obou pokusů (Otto, 2014).

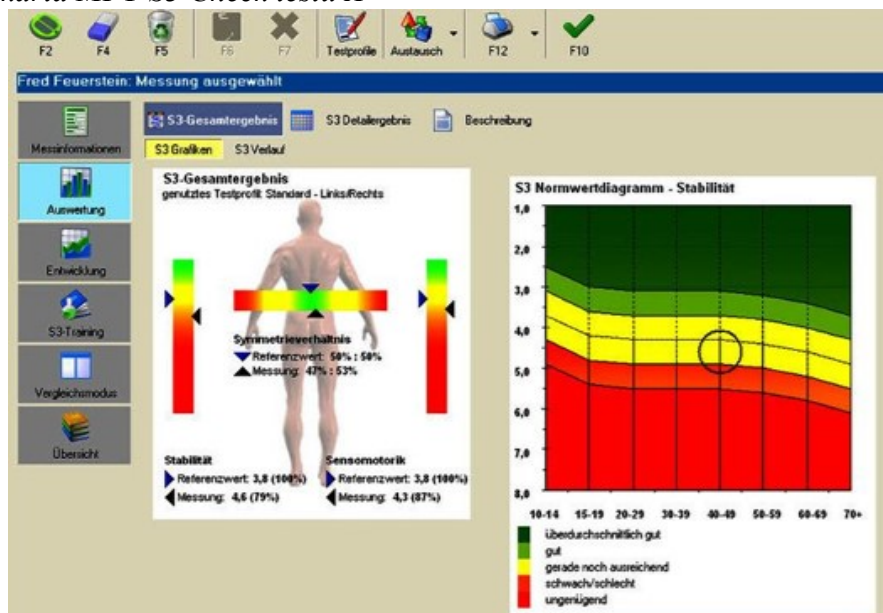
Proband provádí test ve dvou oporovém stoji s mírnou flexí kolenního kloubu, aby zaujal co nejstabilnější pozici, přičemž se vyhýbá vizuální kontrole dolních končetin nebo sledování testu, aby se předešlo ovlivnění výsledků a zajistila se objektivita. Ideálně by měl být testovaný bos. Během balancování na plošině se těžiště (COP) pohybuje od ideální osy (Raschner et al., 2008).

Po dokončení testování systém analyzuje pohyby na balanční desce a určuje index senzomotoriky v závislosti na věku. Index symetrie ukazuje odchylky od ideální pozice desky,

a to jak v horizontálním (vpravo-vlevo), tak vertikálním (vpřed-vzad) směru. Na základě těchto dvou aspektů systém vypočítá index stability, který poskytuje komplexní informace o senzomotorických schopnostech testovaných osob, konkrétně o jejich schopnosti udržet tělo v rovnovážné poloze. Výsledky symetrie jsou rozděleny do tří kategorií: 40:60 – 50:50 (žádná strana není preferována), 25:75 – 39:61 (mírná preference), a 24:76 (výrazná preference jedné strany). Po ukončení testu se zobrazí výsledky, které jsou srovnávány s normativními hodnotami odpovídajícími věkové skupině a pohlaví (Raschner et al., 2008). Indexy stability a senzomotoriky se hodnotí na stejné škále (1=nejlepší; 9=nejhorší). Výsledná karta testu je znázorněna na obrázcích 5 a 6.

Obrázek 5

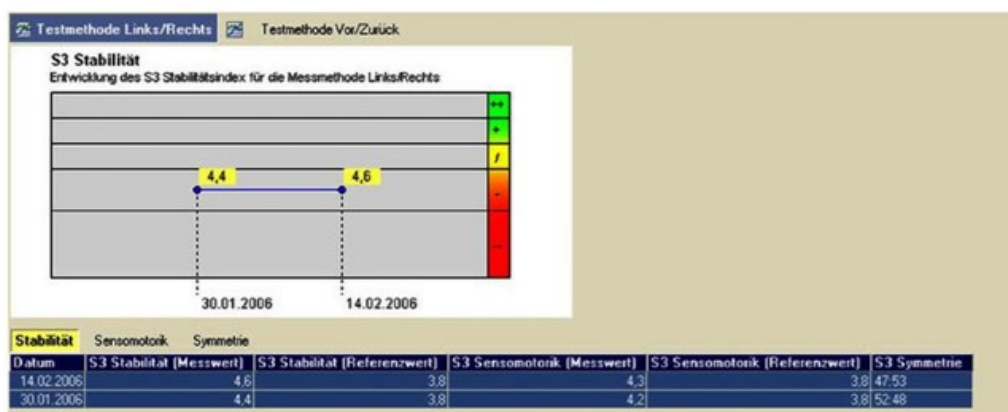
Výsledková karta MFT S3 Check testu A



(Raschner et al., 2008)

Obrázek 6

Výsledková karta MFT S3 Check testu B



(Raschner et al., 2008)

3.4.2 Y – Balance test

Y – Balance Test je jednoduchý způsob, jak hodnotit stabilitu a dynamickou rovnováhu jednotlivce, což přispívá k jeho oblíbenosti. Tento test slouží k posouzení posturální kontroly, která je klíčová v každodenním životě a zejména ve sportovním prostředí. Je také účinným indikátorem rizika zranění u sportovců. Nejčastěji se používá k monitorování pokroku během rehabilitace nebo rekondičních programů, kdy je pacient nebo sportovec testován před zahájením programu a následně po určité době spolupráce. Zkoumá se, zda a jak se zlepšily dynamické rovnovážné funkce klienta a porovnává se dynamická stabilita a rovnováha končetin. Y – Balance Test umožňuje testování stability dolních končetin a je určen pro pacienty a sportovce po poranění různých částí dolních končetin. Existuje také varianta YBT pro horní končetiny, která se zaměřuje na funkci segmentů horních končetin (Kořenek, 2014; Gray, 1995).

Omezení tohoto balančního testu spočívá v absenci hodnotících škál a parametrů, které by umožnily jednoduše určit kvalitu dynamických stabilizačních funkcí jednotlivce prostřednictvím výpočtu YBT Composite Score. Y-Balance Test byl vyvinut jako jednodušší modifikace a varianta Star Excursion Balance Testu (SEBT), o němž se zmiňuje samostatná kapitola (Gray, 1995).

Y – Balance Test se provádí pohybem dolní končetiny ve třech směrech: anteriorním (A), posteromediálním (PM) a posterolaterálním (PL). Během testování je jedna dolní končetina v klidu, zatímco druhá se pohybuje do již zmíněných směrů. Stojná končetina je vždy ta, která je testována. Oba testy (SEBT a YBT) fungují na stejném principu a jejich cílem je dosáhnout co největší vzdálenosti pohybující se končetiny od stojné končetiny ve třech uvedených směrech. Důležitým faktorem při testování je také okolní prostředí, proto je lepší provádět test v klidném vnitřním prostoru než venku. K testování se používá speciální přístroj nebo šablona, kterou lze vyrobit i svépomocí pomocí tejpovací pásky a svinovacího metru či pásma, dále testovací zápisový formulář a osoby, které testují a jsou testovány. Je doporučeno provádět opakované testy vždy ve stejnou denní dobu, aby se předešlo ovlivnění výsledků faktory souvisejícími s pohybovým aparátem. Sportovec nebo klient by neměl být unavený ani vyčerpaný (Walker, 2016; Gray, 1995).

3.5 Charakteristika sledovaných probandů

V této práci se jedná o hodnocení posturální stability u vybrané skupiny sportovců v rekondiční fázi po zranění kolene, jejichž intervenční program není podrobně specifikován,

protože jeden z důvodů je respektování přání autora intervenčních programů nezveřejňovat jednotlivé programy. Došlo ke sledování pěti (jeden muž a čtyři ženy) vybraných hráčů fotbalu, basketbalu a házené. Probandi prodělali zranění kolene a následnou operaci, ve všech případech se jednalo o zranění ACL a u některých bylo navíc zranění menisků. Všichni probandi podstoupili rekondiční program pod dohledem odborníka a byli testováni na přístrojích MFT S3 Check a Y – Balance Test. Po podstoupení řízeného rekondičního programu se probandi vrátili zpět do specifického tréninku s týmem ve svém sportu. Podrobnější kazuistika jednotlivých probandů je ve výsledkové části.

4 Výsledky a diskuze

Pro potřeby práce jsou výsledky rozděleny do více částí. První tabulka zahrnuje hodnoty naměřené v testu ve frontální rovině, druhá tabulka zahrnuje výsledky naměřené v testu v sagitálním směru a třetí tabulka zahrnuje výpočet Composite Score z výsledků naměřených na Y – Balance testu. Tabulky jsou doplněné patričnými grafy a jejich komentáři.

4.1 Probandka P1

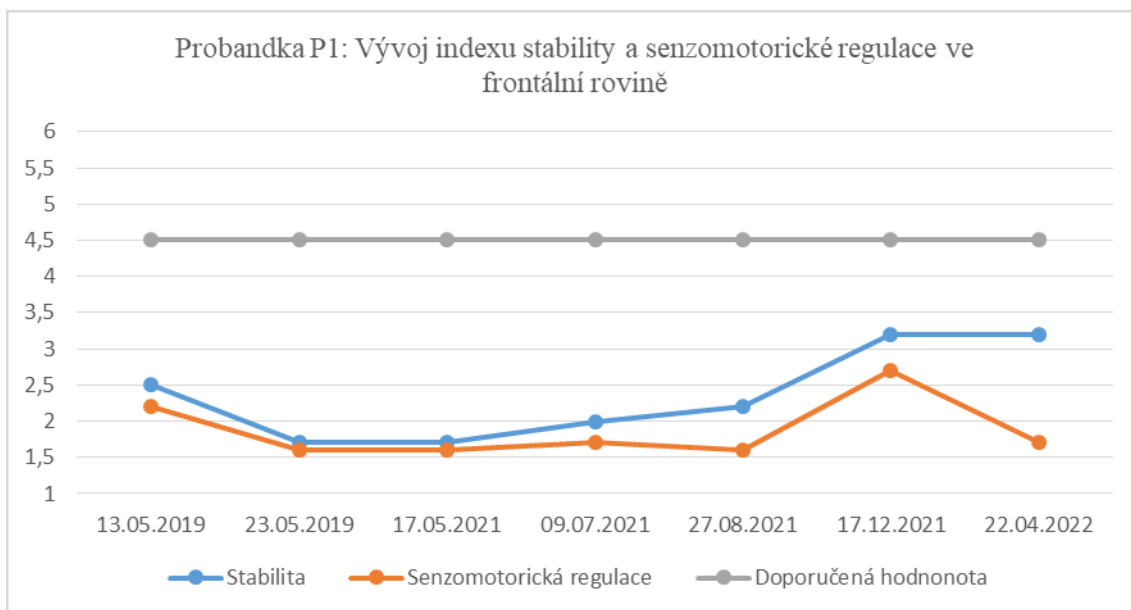
Kazuistika:

Basketbalistka klubu BK Loko Trutnov na postu rozehrávačky. Před zraněním již podstoupila měření na přístroji MFT S3 Check pro potřeby reprezentace, jelikož byla členkou širšího kádru A týmu žen před Eurobasketem v roce 2019. Kromě toho tato probandka byla členkou reprezentačního týmu v kategorii U20 (2012) a U18 (2011). V basketbalové kariéře absolvovala 13 sezon a 406 utkání. Probandka se zranila 11. 12. 2020 při mistrovském utkání se Slovanou. Operace proběhla až 17. 2. 2021 a jednalo se o plastiku ACL a menisků pravé nohy. Operace byla odkládána z důvodu pandemie viru Covid – 19. Po operaci probandka absolvovala individuální rehabilitační a fyzioterapeutické cvičení. Dne 25. 4. 2021 končí 9. týden po operaci. Následující den dochází k prvnímu testování a začíná 36 týdnů řízené rekondiční přípravy.

Tabulka 1

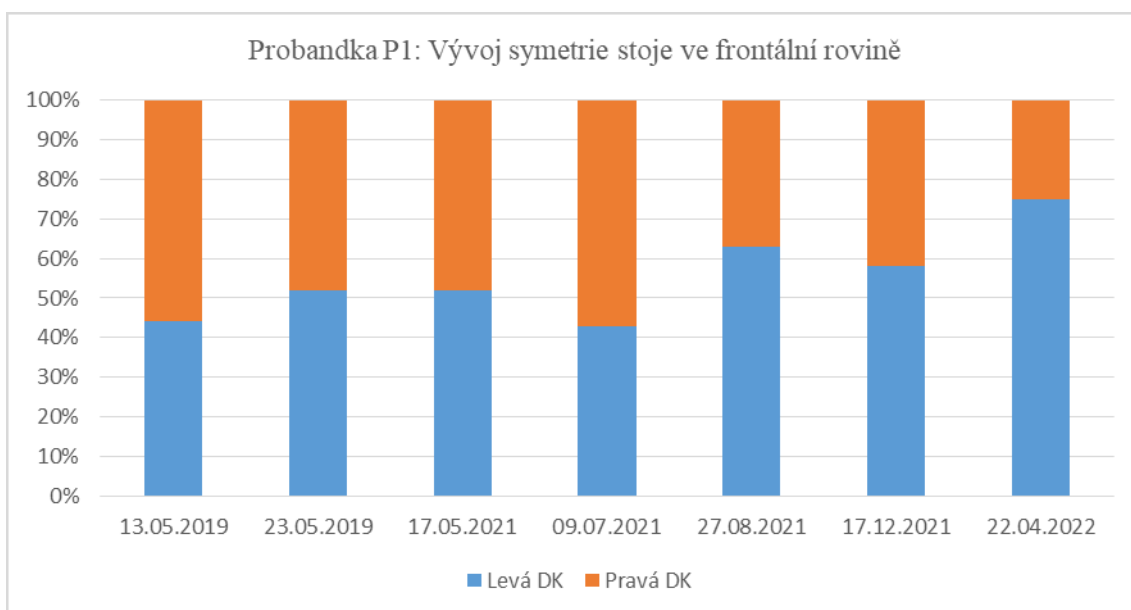
Vývoj hodnot probandky P1 ve frontální rovině

Test doleva doprava					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie levá DK	Symetrie pravá DK	Doporučená hodnota
13.05.2019	2,5	2,2	44	56	4,5
23.05.2019	1,7	1,6	52	48	4,5
17.05.2021	1,7	1,6	52	48	4,5
09.07.2021	2	1,7	43	57	4,5
27.08.2021	2,2	1,6	63	37	4,5
17.12.2021	3,2	2,7	58	42	4,5
22.04.2022	3,2	1,7	75	25	4,5



Graf 1

Probandka P1: Vývoj indexu stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině



Graf 2

Probandka P1: Vývoj symetrie stoje ve frontální rovině

Komentář:

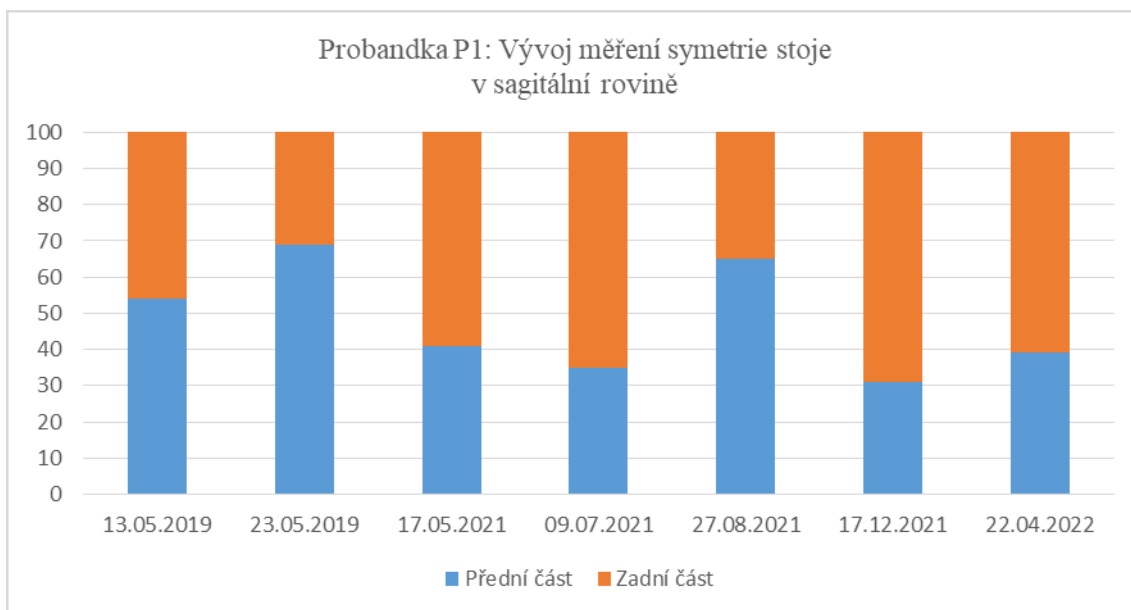
V tabulce 1 můžeme sledovat vývoj hodnot Probandky P1 ve frontální rovině. Probandka absolvovala celkem sedm měření, dvě měření dva roky před operací ACL a menisků pravé nohy (tato prodleva je způsobena tím, že měření v roce 2019 proběhla pro potřeby reprezentace a probandka byla na vysoké úrovni), první měření po operaci proběhlo tři měsíce po její realizaci,

celkem tedy proběhlo pět měření po operaci. Z Grafu 1 vyplývá, že doporučená hodnota indexu pro daného probanda byla určena 4,5. Dále z Grafu 1 vyplývá, že mezi prvním a druhým měřením před operací došlo ke zlepšení indexu o 0,8 bodu u stability a o 0,6 bodu u senzomotorické regulace. Po operaci se index stability zhoršoval, až došlo ke zhoršení o 1,5 bodu, naopak index senzomotorické regulace se držel na téměř stejné hodnotě, akorát v předposledním měření došlo k výkyvu o 1 bod. Tento výkyv byl způsoben odklonem od specifických cvičení pro potřeby měření MFT S3 a naopak byl kladen větší důraz na cviky pro potřebu Y – Balance Testu. Z grafu 2 vyplývá, že u probanda během měření stability a ve většině měření nebyla zjištěna preference strany. Páté měření ukázalo mírnou preferenci levé strany a 7. měření ukázalo výraznou preferenci levé strany. Tato preference mohla být opět způsobena přechodem k náročnějším specifickým cvičením a následné únavě a přetížení operované nohy.

Tabulka 2

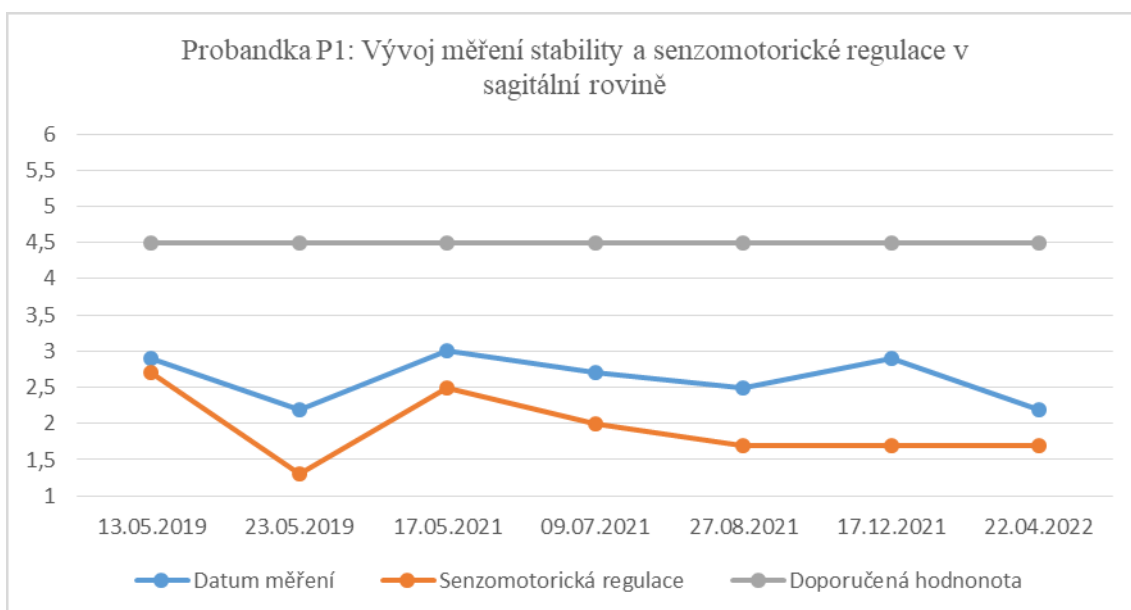
Vývoj hodnot probandky P1 v sagitální rovině

Test vpřed vzad					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie přední	Symetrie zadní	Doporučená hodnota
13.05.2019	2,9	2,7	54	46	4,5
23.05.2019	2,2	1,3	69	31	4,5
17.05.2021	3	2,5	41	59	4,5
09.07.2021	2,7	2	35	65	4,5
27.08.2021	2,5	1,7	65	35	4,5
17.12.2021	2,9	1,7	31	69	4,5
22.04.2022	2,2	1,7	39	61	4,5



Graf 3

Probandka P1: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině



Graf 4

Probandka P1: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině

Komentář:

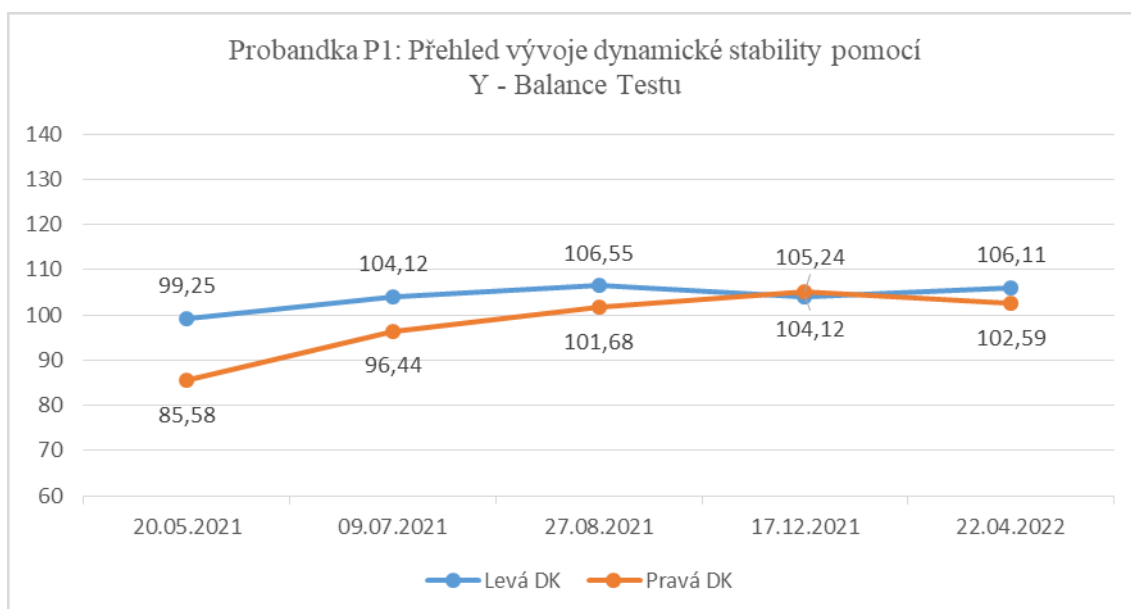
V tabulce 2 můžeme sledovat vývoj hodnot probandky P1 v sagitální rovině. Z grafu 3 je zřejmé, že probandka měla indexy stability a senzomotorické regulace v sagitálním směru horší než ve frontálním směru. Doporučená hodnota byla opět stanovena na 4,5. Index stability kolísal v průběhu měření mezi hodnotami 3 a 2,2. Operace proběhla tři měsíce před třetím

měření, takže s ohlédnutím na tuto skutečnost lze konstatovat, že přestože naměřené indexy nebyly přívětivé, tak postupně docházelo ke zlepšení. Indexy senzomotorické regulace nabíraly lepších hodnot, od operace došlo ke zlepšení o 0,8 bodu. Na základě tohoto měření v grafu 4 sledujeme poměr zatížení přední a zadní části dolních končetin. Před operací v prvním měření nebyla preferovaná žádná strana, ve druhém už byla mírná preference přední strany. V prvním měření po operaci (celkově třetí měření) opět nebyla objevena preference, ale s postupem měření docházelo k mírné preferenci zadní strany, v dalším přední strany a pak opět k preferenci zadní strany. Tyto preference úplně nemůžeme přičítat operaci dolní končetiny, spíše to bude souviset s posturou probanda.

Tabulka 3

Probandka P1: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu

Y-Balance Composite score			
Datum měření	Levá DK - koeficient	Pravá DK - koeficient	Rozdíl
20.05.2021	99,25	85,58	13,67
09.07.2021	104,12	96,44	7,68
27.08.2021	106,55	101,68	4,87
17.12.2021	104,12	105,24	1,12
22.04.2022	106,11	102,59	3,52



Graf 5

Probandka P1: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu

Komentář:

V tabulce 3 můžeme pozorovat vývoj hodnot dynamické stability změřené pomocí Y – Balance Testu. Proband P1 absolvoval na Y – Balance testu pět měření. Všechna měření byla absolvována po operaci pravé DK. V prvním měření byla hodnota dynamické stability u obou DK pod základní normou 100. Tato základní norma 100 se považuje za základní úroveň funkční připravenosti dolní končetiny pro provádění cvičení s oporou na jedné noze. Rozdíl mezi končetinami byl při prvním měření 13,67. Podle Cooka (2011) je rozdíl větší než 7,0 mezi pravou a levou dolní končetinou u sportovce v rekondici považován za významný. Při druhém měření byla hodnota dynamické stability pravé DK stále pod normou 100 a rozdíl mezi dolními končetinami 7,68, který se stále považuje za významný. Ve zbytku měření už u obou dolních končetin byl index nad normou 100 a rozdíl se do 4. měření snižoval, což už by se dalo považovat za možnost návratu ke sportu. V pátém měření rozdíl opět mírně narostl. Podle měření můžeme usoudit, že proband by se mohl pomalu vrátit do tréninkového procesu.

4.2 Proband P2

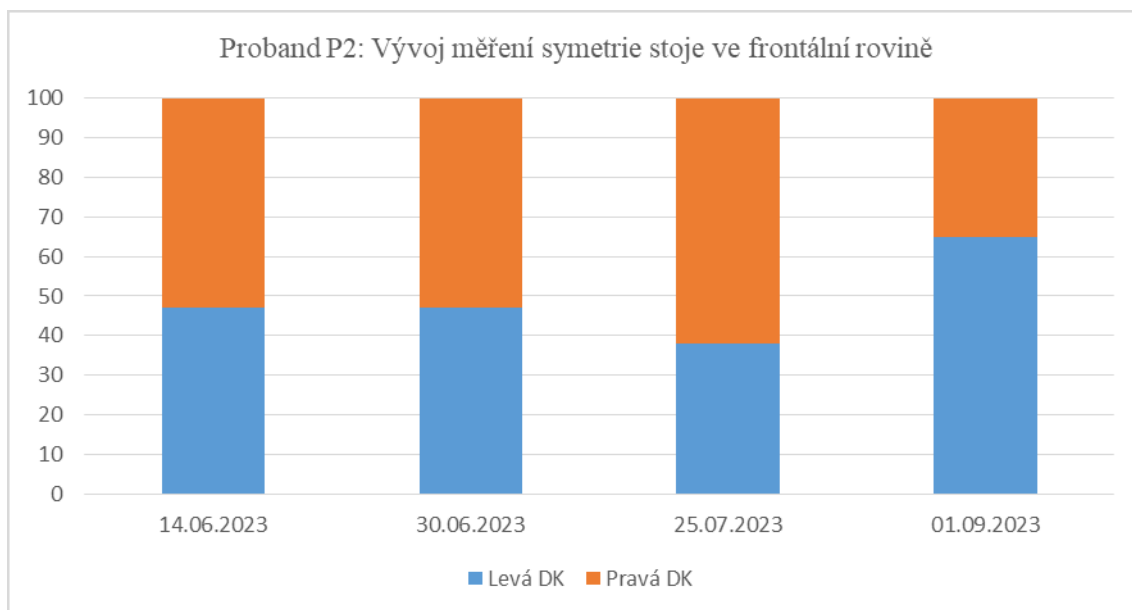
Kazuistika:

V době zranění byl fotbalista v prvoligovém klubu FK Pardubice, kde hrál na pozici záložníka. V nejvyšší fotbalové soutěži debutoval v dresu Pardubic při prohře s pražskou Slavií. Mateřským klubem tohoto probanda byla AC Sparta Praha. V roce 2016 přestoupil do FK Dukla Praha a od března 2019 se stal hráčem Bohemians Praha. Od srpna 2021 se pak stal hráčem FK Pardubice. V elitních soutěžích v kategorii dospělých (1. liga, ČFL) a juniorů (U19) absolvoval proband 84 mistrovských utkání. Proband se zranil při tréninku na umělé trávě dne 15. 2. 2023 po špatném doskoku a následném prohnutí kolene. Dne 8. 3. 2023 proběhla operace ACL a menisků levé nohy. Řízený rekondiční program probíhal 27 týdnů a byl zahájen 26. 4. 2023 po rehabilitační a fyzioterapeutické části.

Tabulka 4

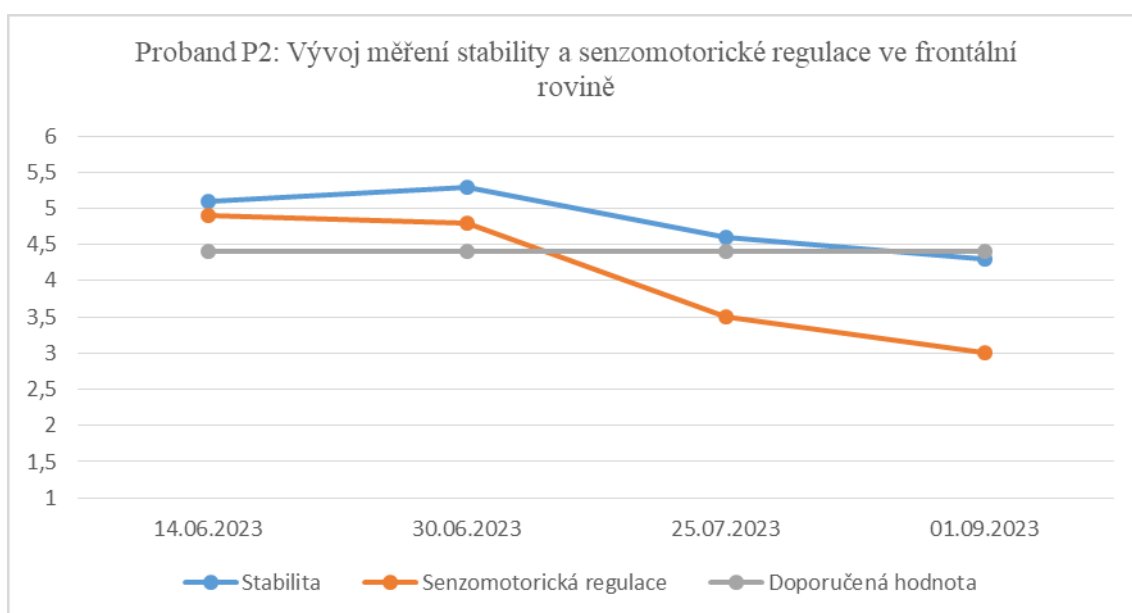
Vývoj hodnot Probanda P2 ve frontální rovině

Test doleva doprava					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie levá DK	Symetrie pravá DK	Doporučená hodnota
14.06.2023	5,1	4,9	47	53	4,4
30.06.2023	5,3	4,8	47	53	4,4
25.07.2023	4,6	3,5	38	62	4,4
01.09.2023	4,3	3	65	35	4,4



Graf 6

Proband P2: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině



Graf 7

Proband P2: Vývoj měření symetrie stoje ve frontální rovině

Komentář:

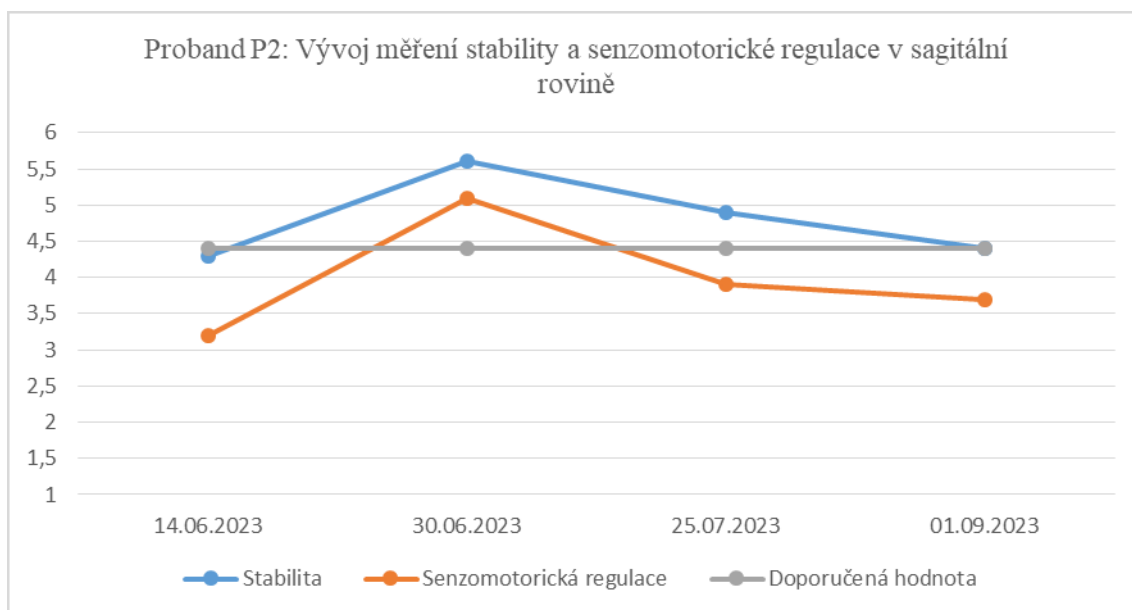
V tabulce 4 můžeme pozorovat vývoj hodnot Probanda P2 ve frontální rovině. Proband absolvoval čtyři měření, všechna byla provedena po operaci ACL a menisků levé nohy. Doporučená hodnota byla pro probanda určena na hodnotě 4,4. Z grafu 6 je zřejmé, že oba

měřené indexy se postupem měření zlepšovaly. Index stability se mírně zlepšil o 1 bod, index senzomotorické regulace se výrazněji zlepšil o téměř 2 bodu (přesně 1,9 bodu). I tak jsou ale hodnoty stále vysoké. V grafu 7 pozorujeme úroveň symetrie. V prvních dvou měření není zřejmá preference žádné strany. Ve třetím měření je mírná preference pravé strany, ale ve čtvrtém měření je mírná preference levé strany, což je operovaná dolní končetina.

Tabulka 5

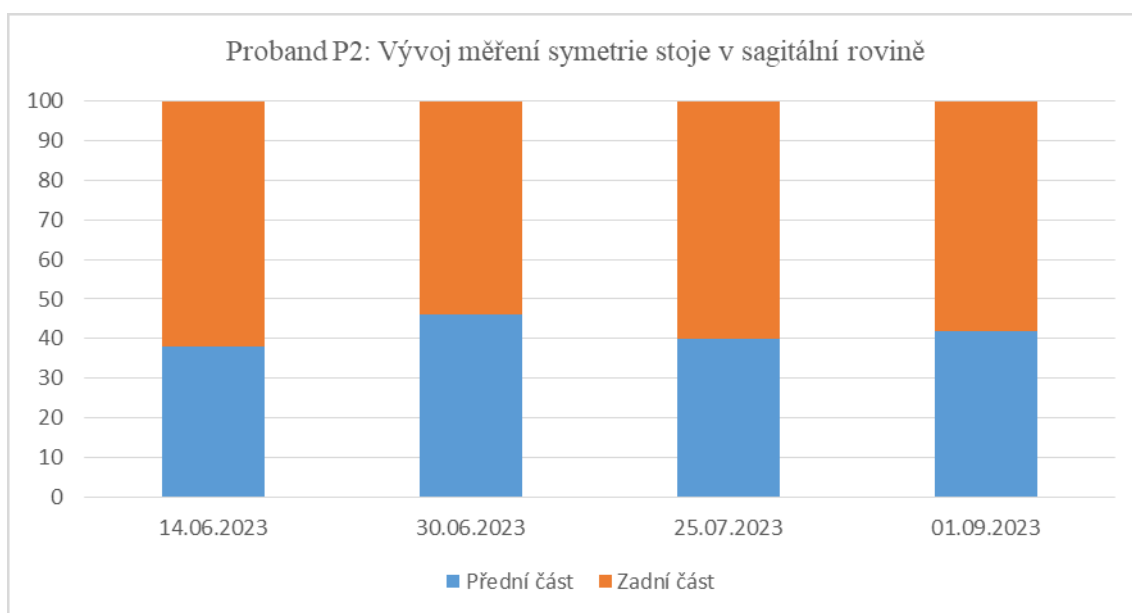
Vývoj hodnot probanda P2 v sagitální rovině

Test vpřed vzad					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie přední	Symetrie zadní	Doporučená hodnota
14.06.2023	4,3	3,2	38	62	4,4
30.06.2023	5,6	5,1	46	54	4,4
25.07.2023	4,9	3,9	40	60	4,4
01.09.2023	4,4	3,7	42	58	4,4



Graf 8

Proband P2: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině



Graf 9

Proband P2: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině

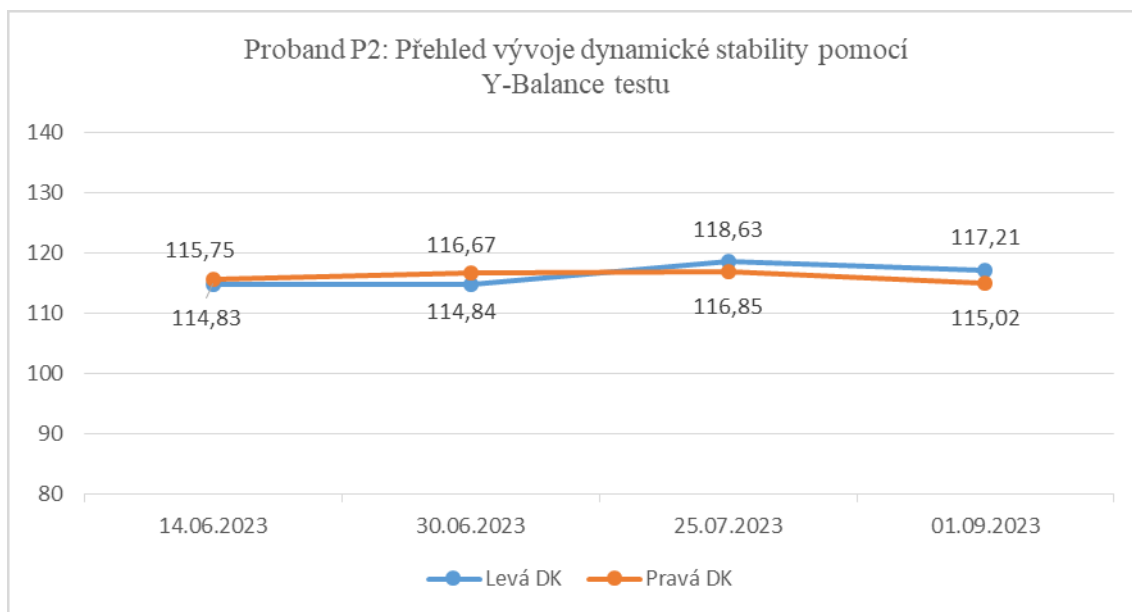
Komentář:

V tabulce 5 můžeme sledovat vývoj hodnot Probanda P2 v sagitální rovině. Proband opět absolvoval 4 měření a všechna byla provedena po operaci levé dolní končetiny. V grafu 8 vidíme, že indexy stability i senzomotorické regulace po prvním měření prudce vzrostly a poté mírně klesaly, což znamená, že docházelo ke zlepšení. Index stability byl při prvním měření o 0,1 pod doporučenou hodnotou 4,4, poté však stoupl na hodnotu 5,6 a v posledních dvou měření mírně klesal až na doporučenou hodnotu. Index senzomotorické regulace byl na tom o něco lépe, když byl při prvním měření na hodnotě 3,2, poté prudce vzrostl na 5,1 a postupně také mírně klesal na hodnotu 3,7. Oba tyto indexy jsou na velmi špatných hodnotách a ukazují, že by se sportovec ještě neměl vracet do procesu tréninku a měl by nadále pokračovat v rekonvalescenci. Z grafu 9 je zřejmé, že při prvním měření došlo k mírné preferenci zadní strany dolní končetiny, zbylá měření ukázala, že už nedochází k preferenci žádné strany.

Tabulka 6

Proband P2: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu

Y-Balance Composite score			
Datum měření	Levá DK - koeficient	Pravá DK - koeficient	Rozdíl
14.06.2023	114,83	115,75	0,92
30.06.2023	114,84	116,67	1,83
25.07.2023	118,63	116,85	1,78
01.09.2023	117,21	115,02	2,19



Graf 10

Proband P2: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu

Komentář:

V tabulce 6 můžeme pozorovat vývoj hodnot dynamické stability změřené pomocí Y – Balance Testu. Proband P2 absolvoval na Y – Balance testu čtyři měření a všechna byla provedena po operaci levé dolní končetiny. Naměřené hodnoty ukazují, že u operované nohy docházelo od prvního do třetího měření k mírnému zlepšení a pak lehkému úpadku a u zdravé nohy docházelo k mírnému zlepšení během prvních dvou měření a pak k lehkému úpadku v dalších dvou měření. Z grafu 10 je zřejmé, že u všech měření byly hodnoty nad normou 100 a maximální rozdíl mezi koeficienty obou dolních končetin nepřesáhl hodnotu 7 (nejvyšší rozdíl byl ve čtvrtém měření a to 2,19), což indikuje, že mezi končetinami nebyl výrazný rozdíl a na základě tohoto měření by se proband mohl vrátit ke specifickému tréninku.

4.3 Probandka P3

Kazuistika:

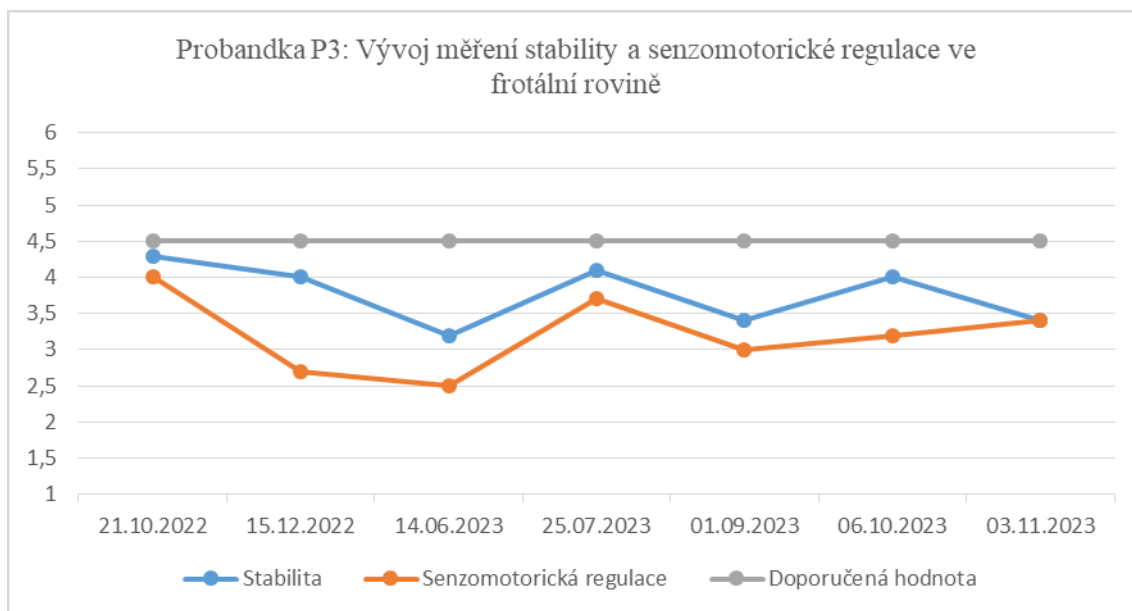
Házenkárka DHC Slavia Praha na postu spojky kategorie U19, reprezentantka ve své kategorii (účastnice MS v kategorii U20 v roce 2024). V kategorii juniorek odehrála na reprezentační úrovni 8 mistrovských utkání a v kategorii dorostenek dosáhla 18 startů v mistrovských reprezentačních utkáních. Házené se věnuje od dětství, dříve hrála v Jindřichově Hradci. Probandka prošla 18-ti týdenním blokem specifického kondičního tréninku před operací kolene

od 24. 10. 2022, který měl snahu o posílení svalstva a vyhnoutí se operaci, což se nepodařilo. 21. 10. 2022 proběhl základní test, kdy se seznámila s MFT S3 – Check a Y – Balance Testem. Tento specifický kondiční program byl ukončen v týdnu od 20. 2. 2023 a 26. 2. 2023 probandka hrála utkání s poškozeným vazem. 28. 3. 2023 proběhla operace ACL a menisků levé nohy. Dne 12. 6. 2023 byl zahájen nultý týden řízené rekondiční přípravy, což byl 11. týden po operaci, který se skládal ze základního testování.

Tabulka 7

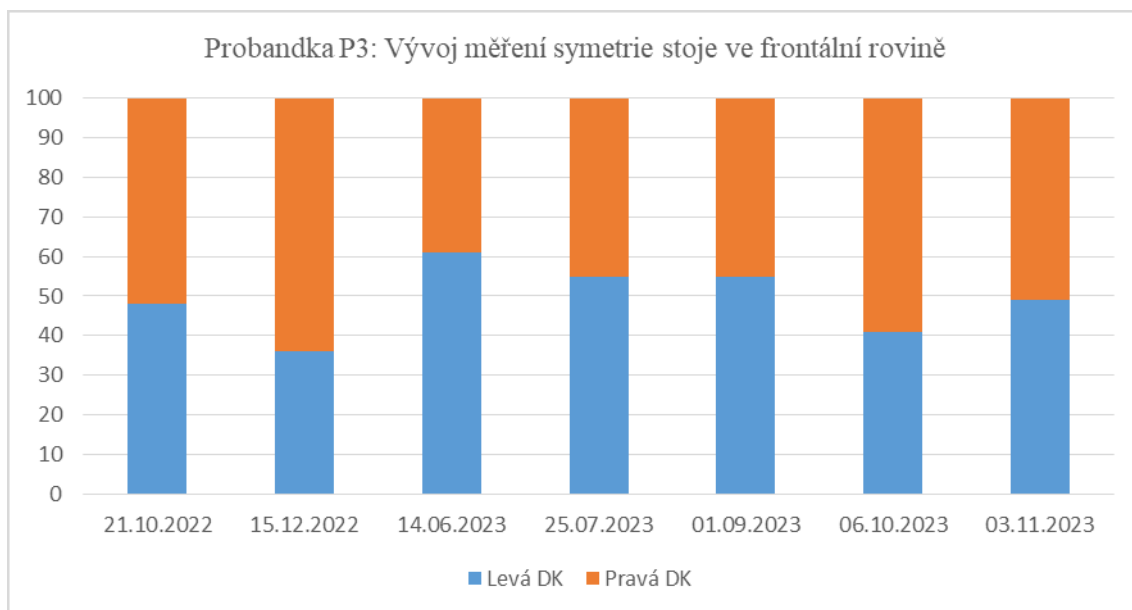
Vývoj hodnot Probandky P3 ve frontální rovině

Test doleva doprava					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie levá DK	Symetrie pravá DK	Doporučená hodnota
21.10.2022	4,3	4	48	52	4,5
15.12.2022	4	2,7	36	64	4,5
14.06.2023	3,2	2,5	61	39	4,5
25.07.2023	4,1	3,7	55	45	4,5
01.09.2023	3,4	3	55	45	4,5
06.10.2023	4	3,2	41	59	4,5
03.11.2023	3,4	3,4	49	51	4,5



Graf 11

Probandka P3: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině



Graf 12

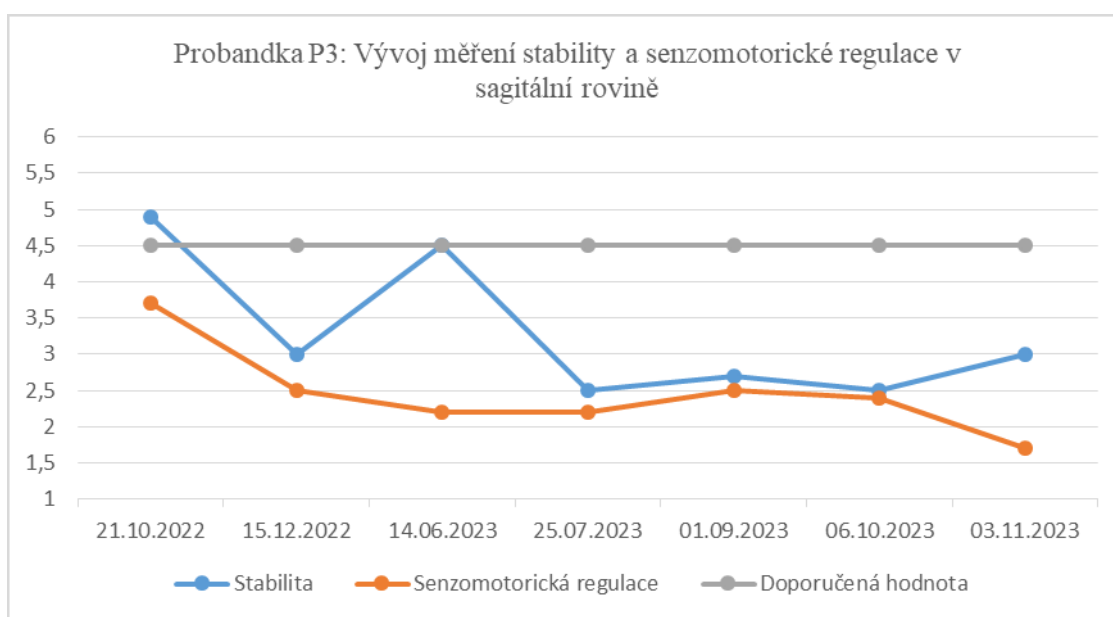
Probandka P3: Vývoj měření symetrie stoje ve frontální rovině

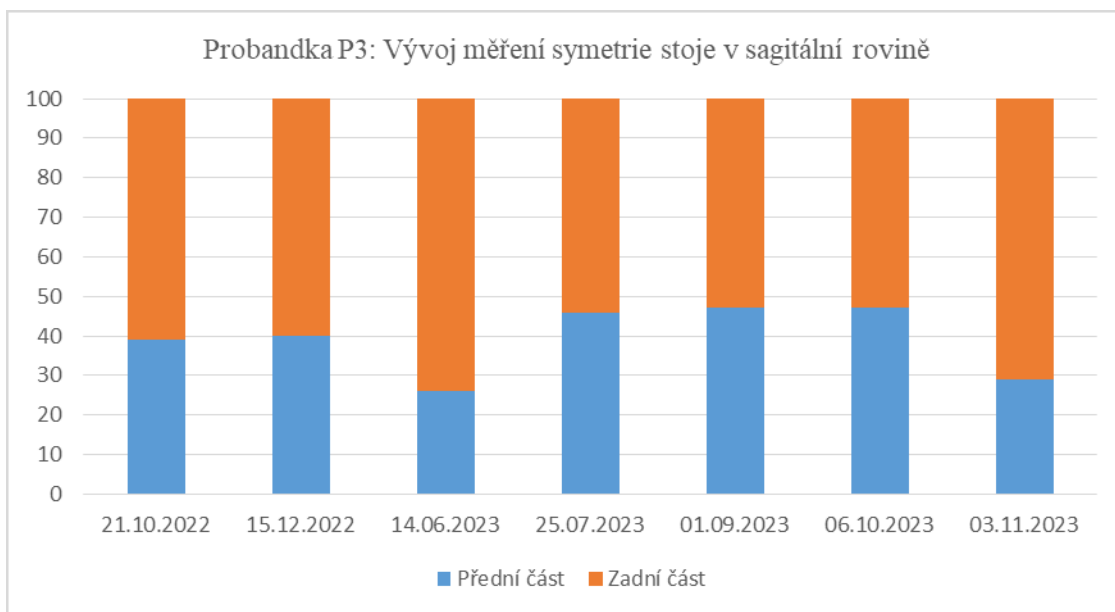
Komentář:

V tabulce 7 můžeme vidět vývoj hodnot probandky P3 ve frontální rovině. Probandka absolvovala sedm měření, dvě proběhla před operací a pět po operaci ACL a menisků levé dolní končetiny. Doporučená hodnota pro probandku byla určena na hodnotě 4,5. Z grafu 11 lze vyvozovat, že index stability před operací začal na hodnotě 4,3 a zlepšil se na hodnotu 4. Po operaci byl index na hodnotě 3,2, v dalším měření se zhoršil na 4,1, poté se zase zlepšil 3,4, následně zase zhoršil na hodnotu 4 a v posledním měření se vrátil na 3,4. Index senzomotorické regulace začal před operací na hodnotě 4 a v dalším měření se zlepšil na hodnotu 2,7. Po operaci byl index na 2,5, následně se zhoršil na 3,7, poté mírně zlepšil na hodnotu 3 a následně se mírně zhoršil na hodnotu 3,2 respektive 3,4. Naměřené indexu nejsou moc příznivé. V grafu 12 pozorujeme vývoj symetrie stoje ve frontální rovině. Z grafu je zřejmé, že před operací nebyla nejdříve preferovaná strana, avšak potom byla mírná preference pravé strany. Po operaci však byla nejdříve preferovaná levá strana, což je operovaná noha, později však už nedocházelo k preferenci žádné strany.

Tabulka 8*Vývoj hodnot probandky P3 v sagitální rovině*

Test vpřed vzad					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie přední	Symetrie zadní	Doporučená hodnota
21.10.2022	4,9	3,7	39	61	4,5
15.12.2022	3	2,5	40	60	4,5
14.06.2023	4,5	2,2	26	74	4,5
25.07.2023	2,5	2,2	46	54	4,5
01.09.2023	2,7	2,5	47	53	4,5
06.10.2023	2,5	2,4	47	53	4,5
03.11.2023	3	1,7	29	71	4,5

**Graf 13***Probandka P3: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině*



Graf 14

Probandka P3: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině

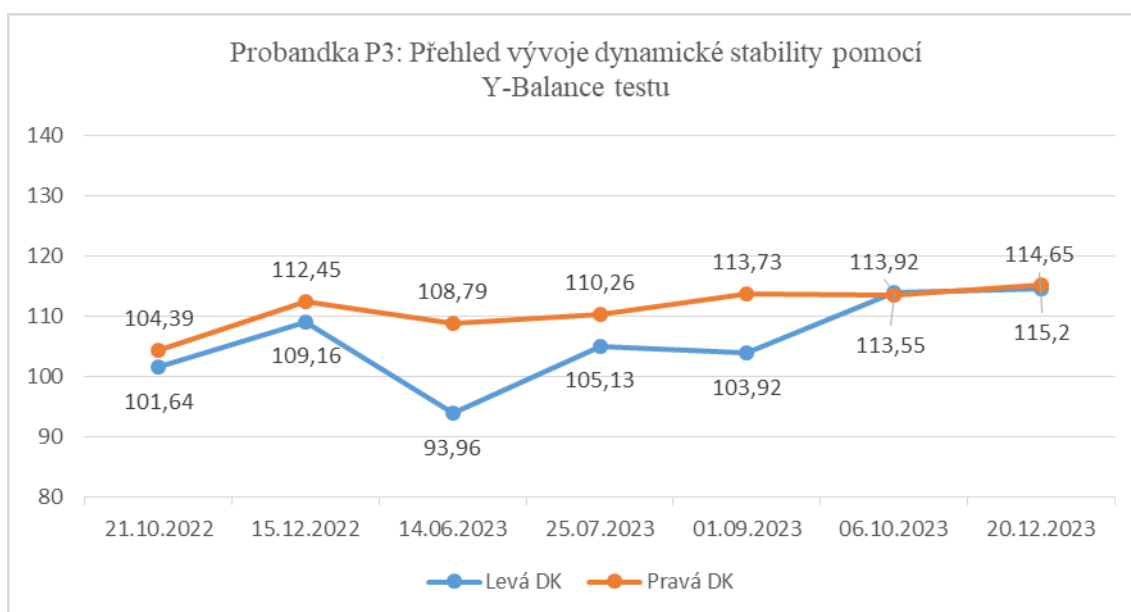
Komentář:

V tabulce 8 můžeme vidět vývoj hodnot probandky P3 v sagitální rovině. Doporučená hodnota probandky byla opět 4,5. Z grafu 13 vychází, že před operací byl index stability na hodnotě 4,9, což je nad doporučenou hodnotou a prudce klesl na hodnotu 3. Po operaci index stoupl na hodnotu 4,5, poté opět prudce klesl na hodnotu 2,5, lehce se vychýlil na hodnotu 2,7 a opět se vrátil na 2,5 a v posledním měření vzrostl na hodnotu 3. Index senzomotorické regulace před operací začal na hodnotě 3,7 a v následujícím měření vzrostl na 2,5. Po operaci index opět vzrostl a v následujících dvou měřeních se držel na hodnotě 2,2, následně mírně klesl na 2,5 a poté už jenom rostl na hodnotu 2,4 a poté na 1,7. Hodnoty indexu stability jsou pořád poměrně vysoké, naopak hodnoty senzomotorické regulace postupně došly k příznivým hodnotám. Tento rozptyl indexů v závěru měření mohl být způsobený zařazením specifických cvičení v rekondiční fázi, která byla zařazena po měřeních na Y – Balance Testu. V grafu 14 pozorujeme symetrii stoje v sagitální rovině. Před operací nejdříve byla mírně preferována zadní strana dolní končetiny, následně nebyla preferována žádná strana. Po operaci došlo k výrazné preferenci zadní strany, v následujících třech měřeních opět nebyla preferována žádná strana a v posledním měření byla opět mírně preferována zadní strana.

Tabulka 9

Probandka P3: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu

Y-Balance Composite score			
Datum měření	Levá DK - koeficient	Pravá DK - koeficient	Rozdíl
21.10.2022	101,64	104,39	2,75
15.12.2022	109,16	112,45	3,29
14.06.2023	93,96	108,79	14,83
25.07.2023	105,13	110,26	5,13
01.09.2023	103,92	113,73	9,81
06.10.2023	113,92	113,55	0,37
20.12.2023	114,65	115,2	0,55



Graf 15

Probandka P3: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu

Komentář:

V tabulce 9 můžeme pozorovat vývoj hodnot dynamické stability změřené pomocí Y – Balance Testu. Probandka P3 absolvovala na Y – Balance testu sedm měření, dvě byla provedena před operací a zbylých pět po operaci levé dolní končetiny. Z grafu 15 je jasné, že při dvou měřeních před operací byl koeficienty obou nohou nad normou 100 a rozdíly byly pod hranicí 7. Při prvním měření po operaci, tedy ve třetím celkově, se koeficient levé nohy dostal pod normu 100 a rozdíl mezi končetinami byl 14,83. V průběhu dalších měření koeficienty obou končetin rostly a kromě pátého měření, kdy byl rozdíl mezi končetinami 9,81, se zmenšovaly i rozdíly mezi končetinami. Na základě tohoto měření lze konstatovat, že by se proband mohl vrátit do tréninkového procesu.

4.4 Probandka P4

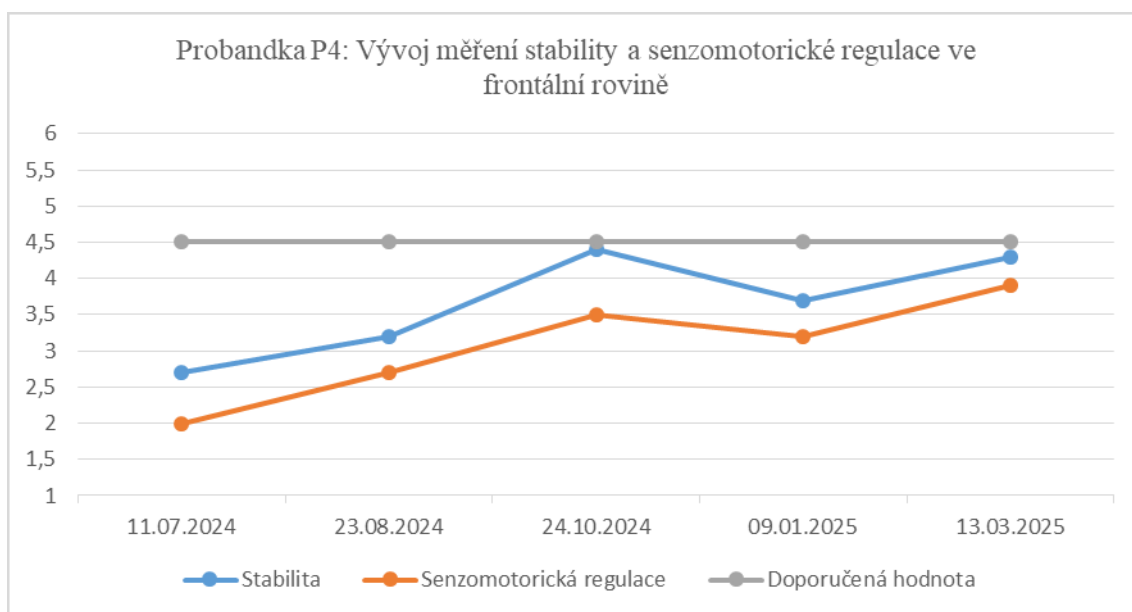
Kazuistika:

Prvoligová hráčka basketbalu BK Kara Trutnov na postu rozehrávačky. V nejvyšší basketbalové soutěži (ŽBL) odehrála 7 sezon a odehrála v ní 121 utkání. Členka mládežnických reprezentačních výběrů v kategorii U16 (Eurobasket 2018), U19 (Mistrovství světa 2021) a U20 (Eurobasket 2020). Dne 21. 3. 2024 si způsobila zranění v mistrovském utkání s USK při doskoku. 22. 3. 2024 proběhla operace ACL pravé nohy ve FN Motol. Od 16. 4. 2024 do 20. 6. 2024 proběhla první rehabilitace v Lázních Bělohrad. První měření proběhlo 11. 7. 2024, což je před zahájením řízené rekondiční přípravy. Poté došlo k zahájení 34 týdenního bloku rekondičního programu od 22. 7. 2024. První týden řízené rekondiční přípravy byl 18. týden po operaci.

Tabulka 10

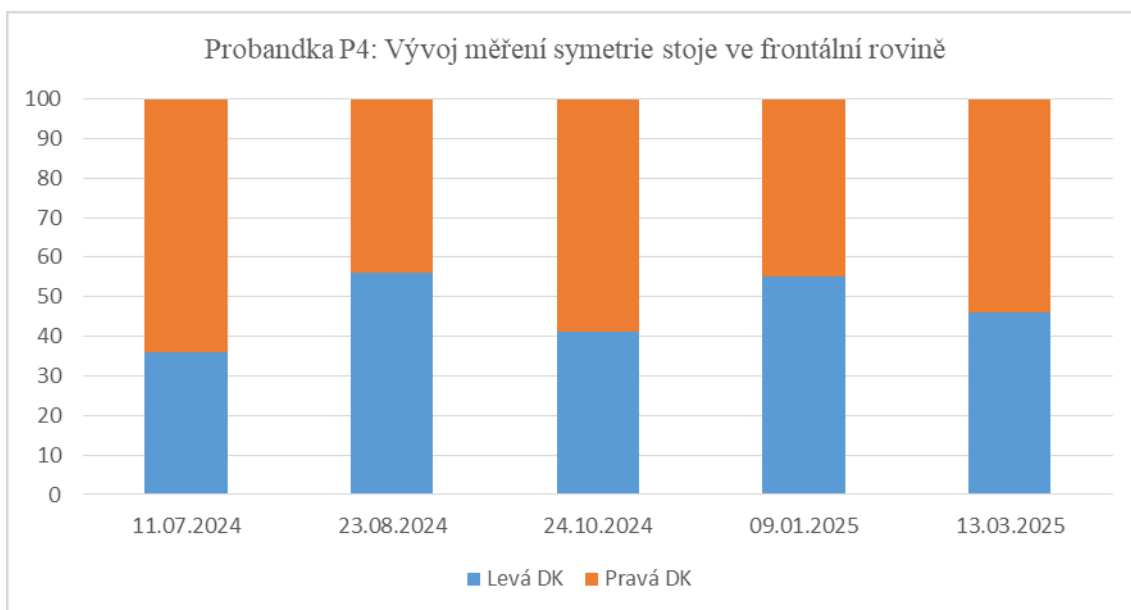
Vývoj hodnot probanda P4 ve frontální rovině

Test doleva doprava					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie levá DK	Symetrie pravá DK	Doporučená hodnota
11.07.2024	2,7	2	36	64	4,5
23.08.2024	3,2	2,7	56	44	4,5
24.10.2024	4,4	3,5	41	59	4,5
09.01.2025	3,7	3,2	55	45	4,5
13.03.2025	4,3	3,9	46	54	4,5



Graf 16

Probandka P4: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině



Graf 17

Probandka P4: Vývoj měření symetrie stoje ve frontální rovině

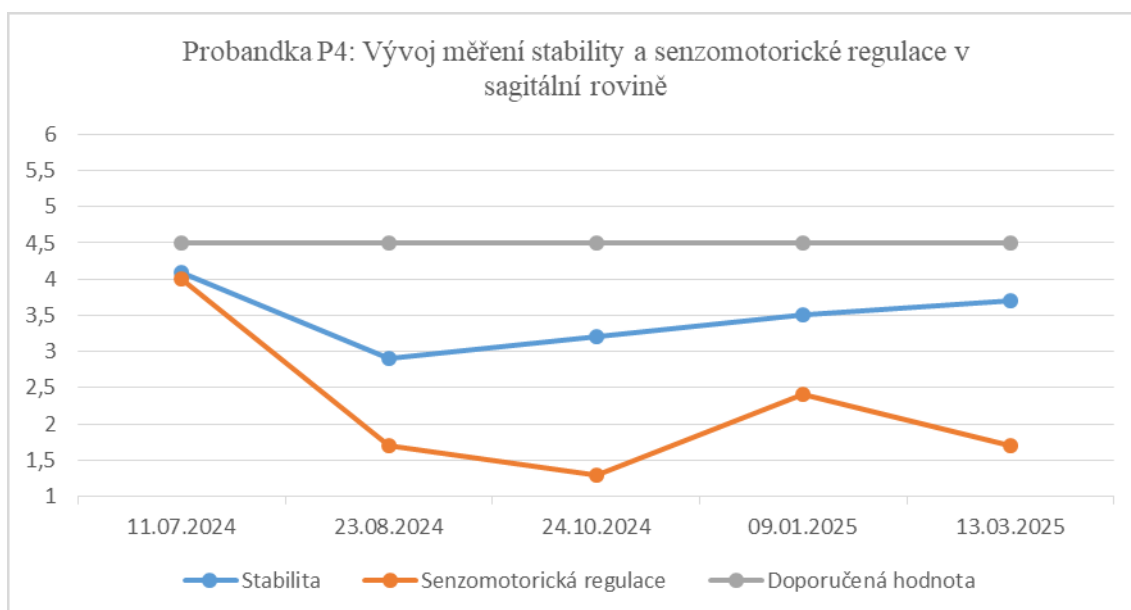
Komentář:

V tabulce 10 můžeme vidět vývoj hodnot probandky P4 ve frontální rovině. Probandka absolvovala pět měření a všechna byla provedena po operaci pravé dolní končetiny. Doporučení hodnota pro probandku byla určena na hodnotě 4,5. Z grafu 16 je zřejmé, že index stability byl v prvním měření na hodnotě 2,7, během dalších dvou měření úroveň klesala nejdříve na hodnotu 3,2 a následně na 4,4, v dalším měření úroveň stoupla na hodnotu 3,7 a v posledním měření opět úroveň klesla na 4,3. Index senzomotorické regulace měl podobný průběh. Z počáteční hodnoty 2 úroveň klesla na hodnotu 2,7 a následně na 3,5, poté mírně stoupla na 3,2 a v posledním měření opět klesla na 3,9. Oba indexy nabírají postupem času nepříznivých hodnot. V grafu 17 pozorujeme vývoj stability ve frontální rovině. V prvním měření dochází k mírné preferenci pravé dolní strany, avšak ve všech zbylých měřeních nedochází k žádné preferenci.

Tabulka 11

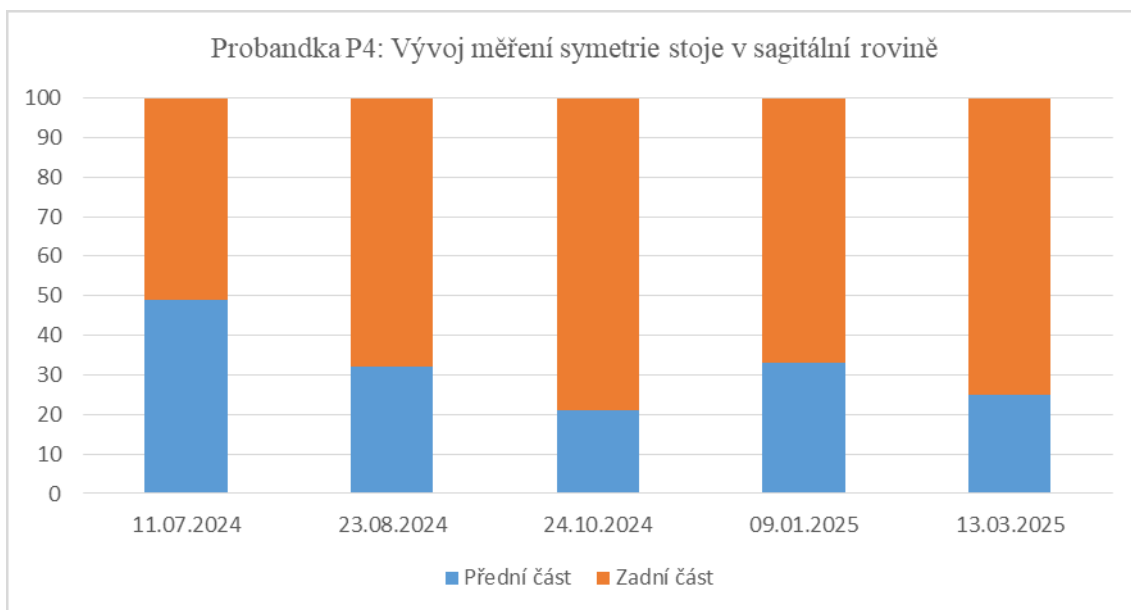
Vývoj hodnot probandky P4 v sagitální rovině

Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie přední	Symetrie zadní	Doporučená hodnota
11.07.2024	4,1	4	49	51	4,5
23.08.2024	2,9	1,7	32	68	4,5
24.10.2024	3,2	1,3	21	79	4,5
09.01.2025	3,5	2,4	33	67	4,5
13.03.2025	3,7	1,7	25	75	4,5



Graf 18

Probandka P4: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině



Graf 19

Probandka P4: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině

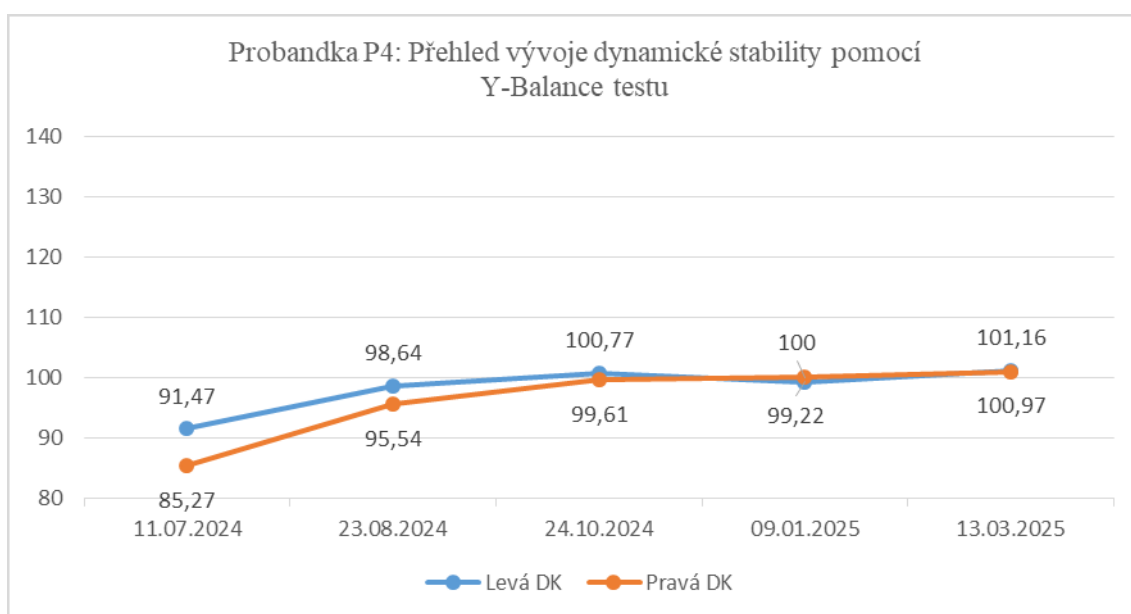
Komentář:

V tabulce 11 pozorujeme vývoj hodnot probandky P4 ve frontální rovině. Doporučená hodnota je opět určena na 4,5. Úroveň indexu stability je v prvním měření stanovena na hodnotu 4,1, poté prudce naroste na 2,9 a po zbytek měření lehce klesá na 3,2, následně 3,5 a nakonec na hodnotu 3,7. Index senzomotorické regulace je na tom o něco lépe. V prvním měření je úroveň na hodnotě 4, poté prudce stoupne na 1,7, dále ještě mírně stoupne na hodnotu 1,3, následně klesne na 2,4 a nakonec opět stoupne na 1,7. Index stability vykazuje oproti indexu senzomotorické regulace horší výsledky. V grafu 19 sledujeme vývoj symetrie probanda P4 v sagitální rovině. Je z něj zřejmé, že při prvním měření není preferována žádná strana, ve zbylých čtyřech je však preferována zadní strana, ve druhém, čtvrtém a pátém měření je preferována mírně, ve třetím je preferována výrazně. Tuto preferenci můžeme spíše přikládat k postuře probanda než k operované končetině.

Tabulka 12

Probandka P4: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu

Y-Balance Composite score			
Datum měření	Levá DK - koeficient	Pravá DK - koeficient	Rozdíl
11.07.2024	91,47	85,27	6,2
23.08.2024	98,64	95,54	3,1
24.10.2024	100,77	99,61	1,16
09.01.2025	99,22	100	0,78
13.03.2025	101,16	100,97	0,19



Graf 20

Probandka P4: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu

Komentář:

V tabulce 12 můžeme pozorovat vývoj hodnot dynamické stability změřené pomocí Y – Balance Testu. Probandka P4 absolvovala na Y – Balance testu pět měření a všechna měření byla provedena po operaci pravé dolní končetiny. V grafu 20 můžeme sledovat, že koeficient obou končetin se v průběhu měření pohyboval kolem normy 100 a že rozdíl koeficientů obou končetin nepřesahoval hodnotu 7. V prvních dvou měřeních byl koeficient obou dolních končetin pod normou 100 a levá dolní končetina měla koeficient vyšší nejdříve o 6,2 a potom o 3,1. Ve třetím měření se koeficient levé dolní končetiny přehoupl přes normu 100, avšak koeficient pravé dolní končetiny byl stále pod normou. Ve čtvrtém měření se role otočily, kdy koeficient levé dolní končetiny klesl pod normu 100 a koeficient pravé končetiny se naopak přehoupl nad normu. V posledním měření se role znovu otočily, ale koeficienty obou dolních

končetin byly nad normou 100. V posledním měření byla překonána norma, takže z průběhu měření se dá říct, že by se proband mohl pomalu začít vracet do tréninkového procesu, ale může zde být velké riziko dalšího úrazu.

4.5 Probantka P5

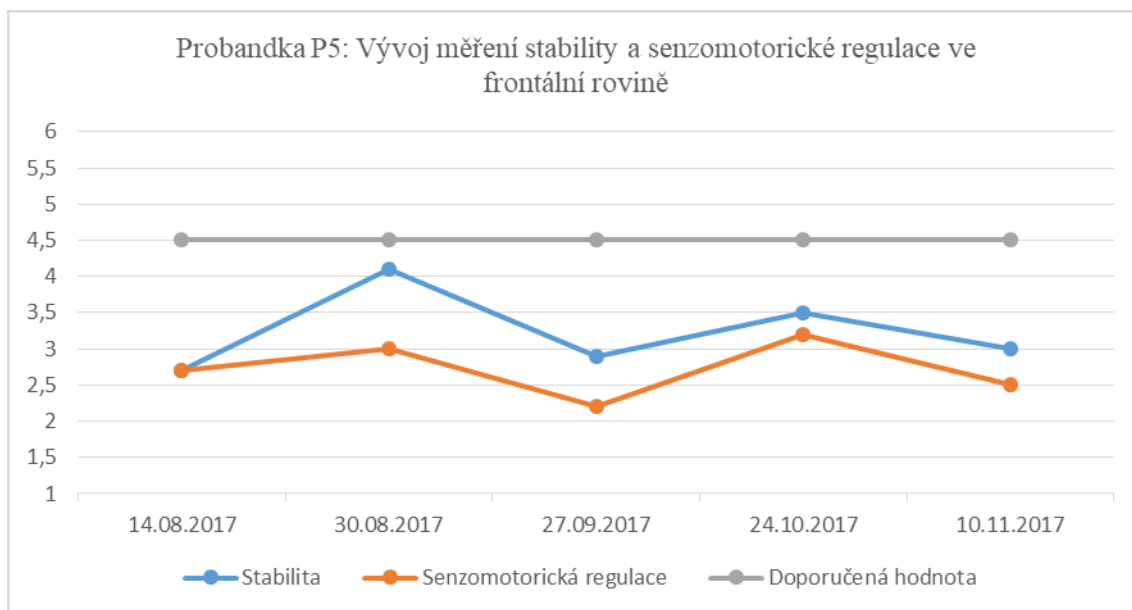
Kazuistika:

Dlouholetá basketbalistka v týmu Sokol Hradec Králové na postu rozehrávačky. V nejvyšší ženské basketbalové soutěži (ŽBL) odehrála 14 sezon a v ní 367 utkání. V průběhu kariéry byla členkou širšího kádru reprezentačního týmu žen. Výrazných úspěchů dosáhla v mládežnických kategoriích: 2 místo na ME U16 (2006); 3. místo na ME U18 (2008); 10. místo na MS U19 (2009). Kromě toho se zúčastnila 1. Evropských her ve hře 3×3. Během ročního angažmá v Nymburce (ERA Basketbal Nymburk) se dne 4. 4. 2017 probantka zranila v utkání. Dne 19. 4. 2017 proběhla operace ACL pravé nohy. Dne 14. 8. 2017 byla zahájena řízená příprava a byl to 17. týden po operaci.

Tabulka 13

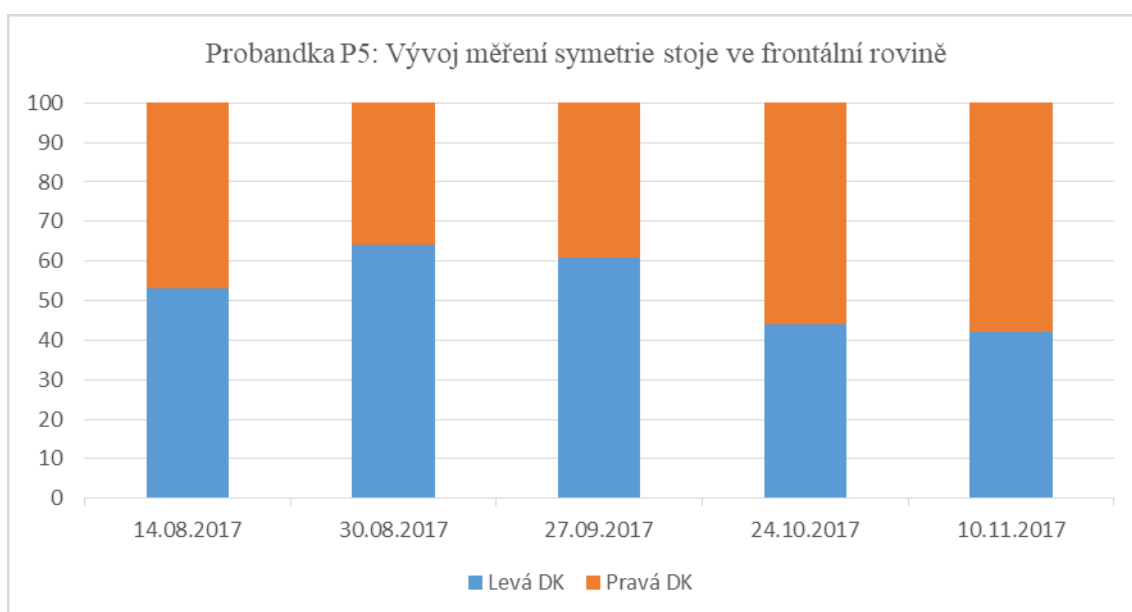
Vývoj hodnot probantky P5 ve frontální rovině

Test doleva doprava					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie levá DK	Symetrie pravá DK	Dop. hodnota
14.08.2017	2,7	2,7	53	47	4,5
30.08.2017	4,1	3	64	36	4,5
27.09.2017	2,9	2,2	61	39	4,5
24.10.2017	3,5	3,2	44	56	4,5
10.11.2017	3	2,5	42	58	4,5



Graf 21

Probandka P5: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině



Graf 22

Probandka P5: Vývoj měření symetrie stoje ve frontální rovině

Komentář:

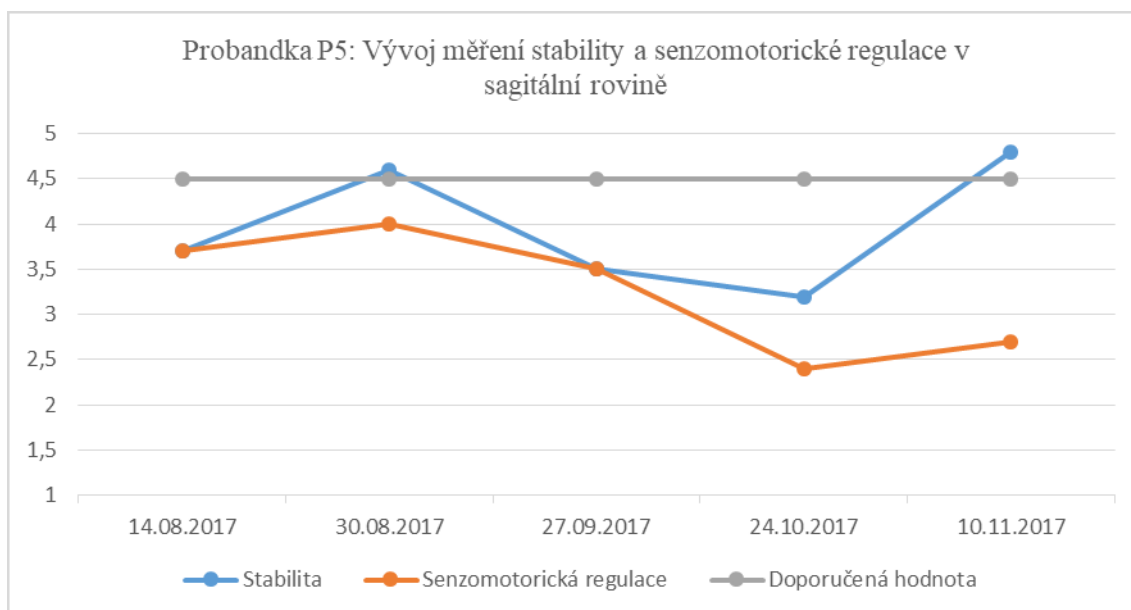
V tabulce 13 můžeme vidět vývoj hodnot probandky P5 ve frontální rovině. Probandka absolvovala pět měření a všechna byla provedena po operaci pravé dolní končetiny. Doporučení hodnota pro probanda byla určena na hodnotě 4,5. V grafu 21 pozorujeme vývoj hodnot měření indexů stability a senzomotorické regulace. Úroveň indexu stability byla v prvním měření

stanovena na 2,7. Dále došlo k poklesu na hodnotu 4,1, dále k nárůstu na 2,9, následně k mírnému poklesu na 3,5 a nakonec opět k mírnému nárůstu na hodnotu 3. U senzomotorické regulace jsou hodnoty o něco příznivější. V prvním měření dosáhl index úrovně 2,7, poté mírně klesl na úroveň 3, dále stoupl na 2,2, následně opět klesl na 3,2 a nakonec opět stoupl na 2,5. V grafu 22 sledujeme průběh stability. V prvním, čtvrtém a pátém měření nebyla nalezena preference žádné strany, zato ve druhém a třetím měření byla nalezena mírná preference levé strany.

Tabulka 14

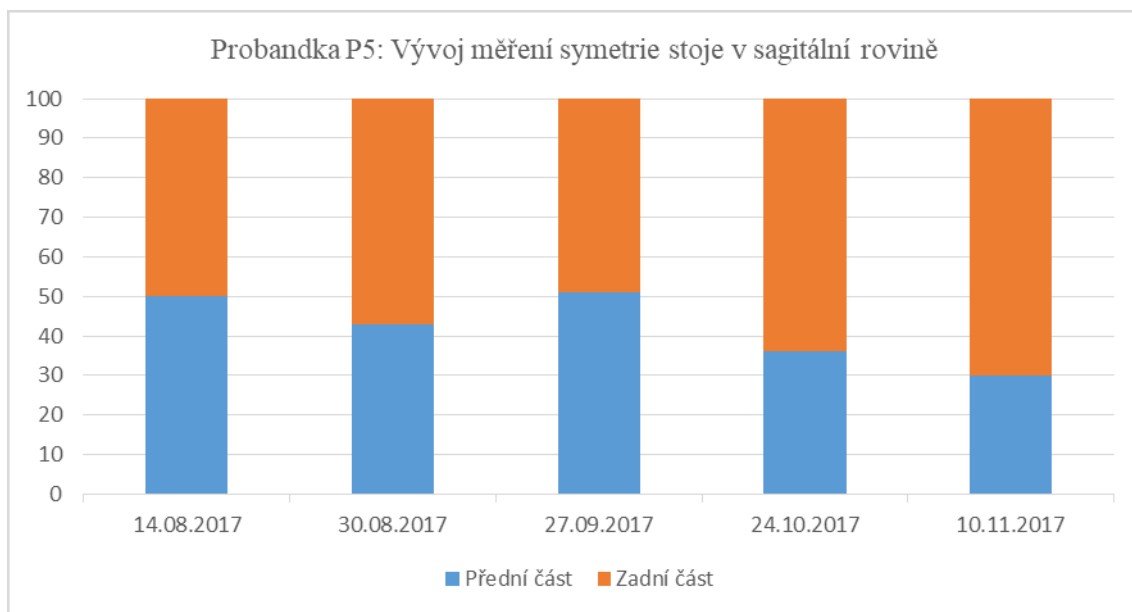
Vývoj hodnot probandky P5 v sagitální rovině

Test vpřed vzad					
Datum měření	Stabilita	Senzomotorická regulace	Symetrie přední	Symetrie zadní	Doporučená hodnota
14.08.2017	3,7	3,7	50	50	4,5
30.08.2017	4,6	4	43	57	4,5
27.09.2017	3,5	3,5	51	49	4,5
24.10.2017	3,2	2,4	36	64	4,5
10.11.2017	4,8	2,7	30	70	4,5



Graf 23

Probandka P5: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině



Graf 24

Proband P5: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině

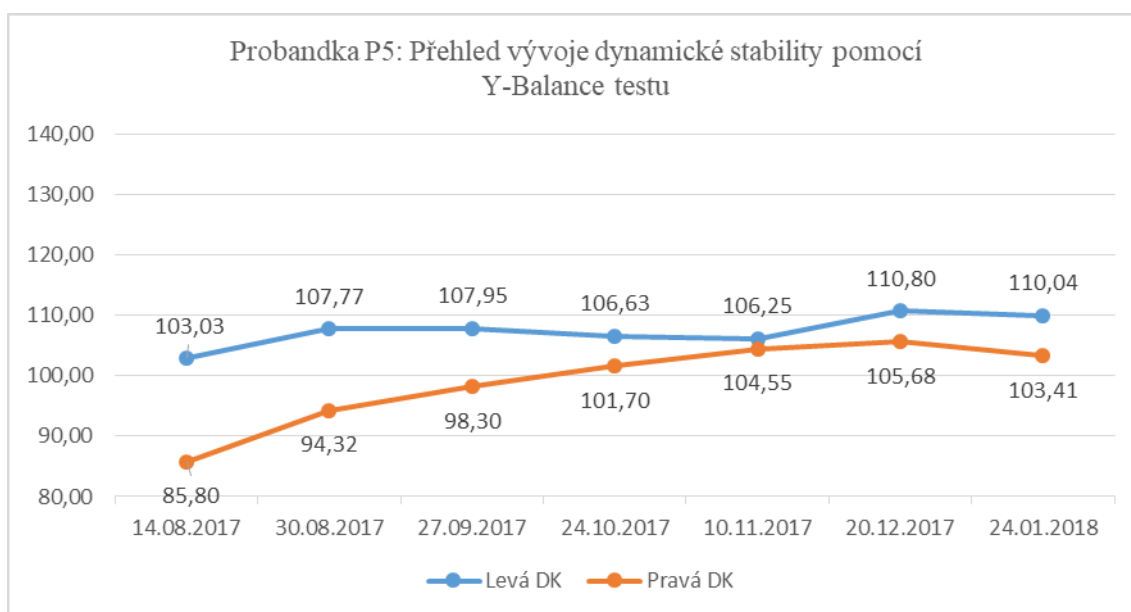
Komentář:

V tabulce 14 pozorujeme vývoj hodnot probandky P4 ve frontální rovině. Doporučená hodnota je opět určena na 4,5. V grafu 23 sledujeme průběh indexů stability a senzomotorické regulace. Nejdříve byla naměřena úroveň indexu 3,7, poté úroveň indexu klesla na hodnotu 4,6, následně stoupala na hodnoty 3,5 a 3,2 a nakonec prudce klesla na hodnotu 4,8, což je nad doporučenou hodnotou. Tento trend můžeme přičítat k většímu důrazu na specifická cvičení zaměřená na měření Y – Balance Testu. Index senzomotorické regulace měl příznivější průběh. V prvním měření byla úroveň stanovena na 3,7, následně mírně klesla na hodnotu 4, poté stoupla na hodnoty 3,5 a 2,4 a nakonec opět mírně klesla na 2,7. V grafu 24 pozorujeme vývoj stability v sagitální rovině. V prvním a třetím měření nebyla nalezena preference žádné strany, ve druhém, čtvrtém a pátém byla nalezena mírná preference zadní strany dolních končetin.

Tabulka 15

Probandka P5: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu

Y-Balance Composite score			
Datum měření	Levá DK - koeficient	Pravá DK - koeficient	Rozdíl
14.08.2017	103,03	85,80	17,23
30.08.2017	107,77	94,32	13,45
27.09.2017	107,95	98,30	9,66
24.10.2017	106,63	101,70	4,92
10.11.2017	106,25	104,55	1,70
20.12.2017	110,80	105,68	5,11
24.01.2018	110,04	103,41	6,63



Graf 25

Probandka P5: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu

Komentář:

V tabulce 15 můžeme pozorovat vývoj hodnot dynamické stability změřené pomocí Y – Balance Testu. Probandka P5 absolvoval na Y – Balance testu sedm měření a všechna měření byla provedena po operaci pravé dolní končetiny. V grafu 25 sledujeme průběh koeficientů dynamické stability obou dolních končetin. V prvních třech měřeních byl koeficient pravé operované nohy pod normou 100 a rozdíl koeficientů byl pokaždé větší než 7, což znamená výrazný rozdíl. V následujících dvou měřeních už byly koeficienty obou končetin nad normou 100 a rozdíl mezi nimi se zmenšoval a už nebyl větší než 7. V posledních dvou měřeních se koeficient pravé operované nohy pohyboval nad normou 100, ale došlo ke zlepšení u zdravé končetiny, její koeficient narostl a rozdíl se začal opět zvětšovat, ale přesto nebyl větší

než 7. Na základě tohoto měření se dá konstatovat, že by se proband mohl vrátit do tréninkového procesu patřičného sportu.

4.6 Odpovědi na výzkumné otázky

1) Lze považovat testování posturální stability pomocí MFT S3 Check za vhodný ukazatel pro návrat jedince ke sportu?

Testování posturální stability pomocí MFT S3 Check je užitečným nástrojem pro posouzení, zda je člověk připraven vrátit se ke sportu. Tento systém nabízí objektivní měření důležitých faktorů, které ovlivňují rovnováhu a stabilitu těla, a které jsou klíčové jak pro prevenci zranění, tak pro sportovní výkon. Díky MFT S3 Check lze odhalit případné nedostatky v rovnováze a stabilizaci, což pomáhá rozhodnout, jestli je sportovec připraven na plné zatížení, nebo zda potřebuje ještě pokračovat v rehabilitaci. Výsledky testu se navíc porovnávají s normami, což umožňuje přesněji zhodnotit funkční stav jedince. Pro co nejlepší a bezpečné rozhodnutí o návratu ke sportu je však vhodné kombinovat tyto výsledky s dalšími lékařskými a funkčními testy, které odpovídají specifikům daného sportu. Takový komplexní přístup pomáhá zajistit úspěšný návrat k plné aktivitě a snížit riziko opakovaného zranění.

2) Lze považovat testování posturální stability pomocí Y – Balance Test za vhodný ukazatel pro návrat jedince ke sportu?

Y – Balance Test je test, který hodnotí schopnost udržet dynamickou rovnováhu, vnímání polohy těla (propriocepci) a funkční pohybové vzory při stání na jedné noze. Test se provádí tak, že sportovec dosahuje nohama do tří různých směrů – dopředu (anterior), dozadu a dovnitř (posteromedial) a dozadu a ven (posterolateral). Díky tomu lze nejen zjistit, jak dobře dokáže udržet rovnováhu, ale také jaký má rozsah pohybu a jak kvalitně dokáže koordinovat své pohyby, což jsou všechny důležité faktory pro úspěšný sportovní výkon. Y – Balance Test také umožňuje přesně změřit rozdíly mezi zraněnou a zdravou nohou. Pokud jsou tyto rozdíly (asymetrie) výrazné, je to spojeno s vyšším rizikem, že se zranění opět vrátí a také s horšími výsledky při návratu ke sportu, zejména u sportovců po operaci předního zkříženého vazů (ACL). Proto je důležité tyto asymetrie sledovat a minimalizovat je během rehabilitace. Y – Balance Test by měl být vždy součástí širšího vyšetření, které zahrnuje i další funkční testy a klinické hodnocení. To umožňuje lépe zohlednit specifické požadavky daného sportu a individuální potřeby sportovce, protože každý sport klade jiné nároky na stabilitu a pohybové vzory. Pravidelné opakování Y – Balance Testu během rekondiční fáze pomáhá sledovat, jak se sportovec zlepšuje, a umožňuje trenérům a fyzioterapeutům upravovat tréninkové

a rehabilitační plány tak, aby co nejlépe odpovídaly aktuálnímu stavu a potřebám sportovce. Tento přístup přispívá k bezpečnějšímu a efektivnějšímu návratu ke sportovní aktivitě.

3) Je vhodné používat testovací metody pomocí přístrojů MFT S3 Check a Y – Balance testu, při sledování úrovně posturální stability sportovců v rekondiční fázi po operaci kolene, zároveň?

Ano, kombinace testů MFT S3 Check a Y – Balance Test se osvědčuje pro sledování stability sportovců během rekonvalescence po operaci kolene. Oba přístupy se vzájemně doplňují – MFT S3 Check analyzuje statickou stabilitu měřením parametrů jako stabilizační index (STI) nebo senzomotorický index (SMI) na nestabilní plošině, zatímco Y – Balance Test hodnotí dynamickou stabilitu pomocí dosahových pohybů ve třech směrech (vpřed, dozadu-mediálně a dozadu-laterálně). MFT S3 Check detekuje jemné poruchy svalové koordinace a propriocepce (schopnost vnímat polohu těla) pomocí kvantitativních ukazatelů, což umožňuje objektivně sledovat pokrok v časných fázích rehabilitace. Y – Balance Test naopak simuluje pohybové vzorce typické pro sportovní výkon, jako jsou změny směru nebo doskoky a hodnotí kvalitu kontroly těžiště během těchto dynamických aktivit. Oba testy odhalují asymetrie mezi končetinami: MFT S3 Check identifikuje nerovnoměrné zatížení v klidovém stoji, zatímco Y – Balance Test ukazuje rozdíly při funkčních pohybech. V praxi se MFT S3 Check využívá hlavně v počátečních fázích k posouzení základní posturální kontroly, zatímco Y – Balance Test se uplatňuje v pozdějších fázích k ověření připravenosti na sportovní zátěž. Tato kombinace poskytuje komplexní pohled na obnovu stability kolene zahrnující jak senzorické, tak motorické složky pohybové kontroly.

5 Závěr

Pro splnění cílů práce byly splněny následující úkoly práce: prostudování odborné literatury, které se zabývá problematikou rekondice, postury, mechanismů zranění kolene ve vybraných sportech, metody měření posturální stability pomocí přístrojů MFT S3 Check a Y – Balance Test, stanovení výzkumných otázek, analýza a interpretace získaných dat, na jejichž základě jsem odpověděl na stanovené výzkumné otázky.

Tato diplomová práce se věnovala tomu, jak posoudit rovnováhu, koordinaci a symetrii pohybu u sportovců, kteří se zotavují po operaci kolene. K tomu byly využity dva testy – MFT S3 Check a Y-Balance Test. Sledování pěti sportovců v průběhu rekonvalescence ukázalo, že oba testy mají v procesu návratu ke sportu své nezastupitelné místo.

MFT S3 Check umožnil podrobně sledovat, jak se sportovcům zlepšuje statická stabilita a schopnost koordinovat pohyby v různých směrech. Díky přesným měřením bylo možné odhalit i drobné nedostatky, které by při běžném vyšetření mohly zůstat skryté. Výsledky ukázaly, že i když se většina parametrů v průběhu rehabilitace zlepšuje, některé rozdíly mezi končetinami nebo snížená stabilita mohou přetrvávat. To potvrzuje, že je důležité přistupovat k návratu do tréninku individuálně.

Y-Balance Test doplnil celkové hodnocení o pohled na dynamickou stabilitu, tedy schopnost udržet rovnováhu při pohybu a zátěži. Tento test umožnil nejen sledovat zlepšování v této oblasti, ale také přesně změřit rozdíly mezi operovanou a zdravou nohou. Důležitým zjištěním bylo, že výraznější rozdíly v dynamické stabilitě mohou přetrvávat i v pozdějších fázích rehabilitace, proto je vhodné tyto hodnoty pravidelně sledovat a brát je v úvahu při rozhodování o návratu ke sportu.

Ukázalo se, že kombinace obou testů je velmi užitečná: MFT S3 Check je vhodný hlavně v začátcích rehabilitace, kdy je potřeba sledovat základní rovnováhu a koordinaci, zatímco Y-Balance Test přináší důležité informace v pozdějších fázích, kdy je třeba zhodnotit připravenost na náročnější pohybové aktivity. Pravidelné testování pomáhá nejen objektivně sledovat pokroky, ale také včas odhalit případná rizika opětovného zranění.

Celkově lze říci, že testy MFT S3 Check a Y-Balance Test jsou vhodné a vzájemně se doplňují při komplexním hodnocení stability u sportovců po operaci kolene. Jejich zařazení do rehabilitačních a tréninkových plánů přispívá k bezpečnějšímu a efektivnějšímu návratu ke

sportu a může pomoci předcházet opakovaným zraněním. Výsledky této práce podporují jejich využití jako standardní součást péče o sportovce po úrazech kolene.

6 Seznam použité literatury

1. Bere, T., Flørenes, T. W., Krosshaug, T., Koga, H., Nordsletten, L., Irving, C., & Bahr, R. (2011). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *The American journal of sports medicine*, 39(7), 1421-1429. <https://doi.org/10.1177/0363546511405147>
2. Berns, G. S., Hull, M. L., & Patterson, H. A. (1992). Strain in the anteromedial bundle of the anterior cruciate ligament under combination loading. *Journal of Orthopaedic Research*, 10(2), 167-176. <https://doi.org/10.1002/jor.1100100203>
3. Cook, G., Burton, L., & Torine, J. (2011). *Movement: Functional Movement Systems: screening, assessment, and corrective strategies*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB03767350>
4. DeMorat, G., Weinhold, P., Blackburn, T., Chudik, S., & Garrett, W. (2004). Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 32(2), 477-483. <https://doi.org/10.1177/0363546503258928>
5. Dungal, P. (2014). *Ortopedie: 2., přepracované a doplněné vydání*. Grada Publishing, as.
6. Dvorská, V. (2023). Hodnocení úrovně posturální stability u fotbalistek pomocí metody Y-balance test [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. Digitální repozitář Univerzity Karlovy. <http://hdl.handle.net/20.500.11956/183802>
7. Gambetta, V. (2007). *Athletic development*. Champaign, IL: Human Kinetics.
8. Gill, V. S., Tummala, S. V., Boddu, S. P., Brinkman, J. C., McQuivey, K. S., & Chhabra, A. (2023). Biomechanics and situational patterns associated with anterior cruciate ligament injuries in the National Basketball Association (NBA). *British Journal of Sports Medicine*, 57(21), 1395-1399. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107075>
9. Grassi, A., Smiley, S. P., Roberti di Sarsina, T., Signorelli, C., Marcheggiani Muccioli, G. M., Bondi, A., & Zaffagnini, S. (2017). Mechanisms and situations of anterior cruciate ligament injuries in professional male soccer players: a YouTube-based video analysis. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 27, 967-981. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-1905-0>
10. Gray, G. W. (1995). *Lower extremity functional profile*. Wynn Marketing, Incorporated.

11. Hnátová, I. (2022). Strategický postup při rekondici po zranění [Prezentace].
Přednáška v rámci předmětu Rekondice ve sportu, 3. března 2022, Univerzita Karlova, Praha.
12. Hráský, P., Kaplan, A., Teplan, J., & Malý, T. (2011). Využití přístroje MFT S3
Check pro hodnocení účinku vybraných rekondičně rehabilitačních postupů u hráčů
fotbalu po plastice LCA. *Česká kinantropologie*, 15(3), 139-148.
13. Hull, P. A., Collins, A. P., Maag, B., Schwartzman, J., Gapinski, Z. A., & Service, B. C. (2024). Mechanism of Knee Injuries in the National Basketball Association: A
Video-Based Analysis. *Advances in Orthopedics*, 2024(1), 5594149.
<https://doi.org/10.1155/2024/5594149>
14. Jiménez-Rubio, S., Estévez Rodríguez, J. L., & Navandar, A. (2021). Validity of a
Rehab and Reconditioning Program Following an Adductor Longus Injury in
Professional Soccer. *Journal of sport rehabilitation*, 30(8), 1224–1229.
<https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0360>
15. Joyce, D., & Lewindon, D. (2016). Sports injury prevention and
rehabilitation. *integrating medicine and science for performance solutions*.
16. Knowles, B. (2015). Reconditioning: A performance-based response to an injury.
In *Sports injury prevention and rehabilitation* (pp. 3-10). Routledge.
17. Kolář, P., Bitnar, P., Dyrhonová, O., Horáček, O., Kříž, J., Adámková, M., &
Zumrová, A. (2020). Rehabilitace v klinické praxi (Druhé vydání).
18. Kořenek, D. (2014). Hodnocení koordinačních schopností 14-15letých chlapců
[Bakalářská práce, Masarykova univerzita]. Archiv závěrečných prací MUNI.
<https://is.muni.cz/th/wcq0w/>
19. Kristianslund, E., & Krosshaug, T. (2013). Comparison of drop jumps and sport-
specific sidestep cutting: implications for anterior cruciate ligament injury risk
screening. *The American journal of sports medicine*, 41(3), 684-688.
<https://doi.org/10.1177/0363546512472043>
20. Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J.
R. & Bahr, R. (2007). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball:
video analysis of 39 cases. *The American journal of sports medicine*, 35(3), 359-367.
<https://doi.org/10.1177/0363546506293899>
21. Kvist, J., & Gillquist, J. (2001). Sagittal plane knee translation and electromyographic
activity during closed and open kinetic chain exercises in anterior cruciate ligament-

- deficient patients and control subjects. *The American journal of sports medicine*, 29(1), 72-82. <https://doi.org/10.1177/03635465010290011701>
22. Levine, J. W., Kiapour, A. M., Quatman, C. E., Wordeman, S. C., Goel, V. K., Hewett, T. E., & Demetropoulos, C. K. (2013). Clinically relevant injury patterns after an anterior cruciate ligament injury provide insight into injury mechanisms. *The American journal of sports medicine*, 41(2), 385-395. <https://doi.org/10.1177/0363546512465167>
23. Lipps, D. B., Oh, Y. K., Ashton-Miller, J. A., & Wojtys, E. M. (2012). Morphologic characteristics help explain the gender difference in peak anterior cruciate ligament strain during a simulated pivot landing. *The American journal of sports medicine*, 40(1), 32-40. <https://doi.org/10.1177/0363546511422325>
24. Lord, S. R., Sherrington, C., Menz, H. B., & Close, J. C. T. (2007). Postural stability and falls. In *Falls in Older People: Risk Factors and Strategies for Prevention* (pp. 26–49). chapter, Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511722233>
25. Overmoyer, G. V., & Reiser, R. F., 2nd (2015). Relationships between lower-extremity flexibility, asymmetries, and the Y balance test. *Journal of strength and conditioning research*, 29(5), 1240–1247. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000693>
26. Markolf, K. L., Burchfield, D. M., Shapiro, M. M., Shepard, M. F., Finerman, G. A., & Slauterbeck, J. L. (1995). Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 13(6), 930–935. <https://doi.org/10.1002/jor.1100130618>
27. Markolf, K. L., O'Neill, G., Jackson, S. R., & McAllister, D. R. (2004). Effects of applied quadriceps and hamstrings muscle loads on forces in the anterior and posterior cruciate ligaments. *The American journal of sports medicine*, 32(5), 1144–1149. <https://doi.org/10.1177/0363546503262198>
28. Moster, R., Moster, R., & Mosterová, Z. (2007). *Sportovní traumatologie*. Masarykova univerzita.
29. Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *The American journal of sports medicine*, 32(4), 1002–1012. <https://doi.org/10.1177/0363546503261724>

30. Otto, Š. (2014). Hodnocení stability, senzomotoriky a symetrie u fotbalistů po operaci LCA pomocí přístroje MFT S3 [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. Digitální repozitář Univerzity Karlovi. <http://hdl.handle.net/20.500.11956/72360>
31. Špringrová, I. (2010). *Funkce-diagnostika-terapie hlubokého stabilizačního systému*. I. Palaščíková Špringrová.
32. Pilný, J. (2007). *Prevence úrazů pro sportovce: taping: popis zranění, první pomoc, léčba, rehabilitace*. Grada Publishing as.
33. Pilný, J. (2018). *Úrazy ve sportu a jak jim předcházet*. Grada Publishing.
34. Quatman, C. E., Quatman-Yates, C. C., & Hewett, T. E. (2010). A 'plane' explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(9), 729–746. <https://doi.org/10.2165/11534950-000000000-00000>
35. Raschner, C., Hildebrandt, C., Mohr, J., & Müller, L. (2017). Sex Differences in Balance Among Alpine Ski Racers: Cross-Sectional Age Comparisons. *Perceptual and motor skills*, 124(6), 1134–1150. <https://doi.org/10.1177/0031512517730730>
36. Raschner, C., Lember, S., Platzer, H. P., Patterson, C., Hilden, T., & Lutz, M. (2008). S3-Check--Evaluierung und Normwertenerhebung eines Tests zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit und Körperstabilität [S3-Check--evaluation and generation of normal values of a test for balance ability and postural stability]. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 22(2), 100–105. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027239>
37. Shimokochi, Y., & Shultz, S. J. (2008). Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*, 43(4), 396–408. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.4.396>
38. Schultz, B. J., Thomas, K. A., Cinque, M., Harris, J. D., Maloney, W. J., & Abrams, G. D. (2021). Tendency of Driving to the Basket Is Associated With Increased Risk of Anterior Cruciate Ligament Tears in National Basketball Association Players: A Cohort Study. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(11), 23259671211052953. <https://doi.org/10.1177/23259671211052953>
39. Suchomel, T. (2006). Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém–podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3(1), 112-124.
40. Trešlová, N. (2023). Metoda Y-Balance test jako možný identifikátor návratu po zranění kolene [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. Digitální repozitář Univerzity Karlovi. <http://hdl.handle.net/20.500.11956/181069>

41. Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Triton.
42. Wall, S. J., Rose, D. M., Sutter, E. G., Belkoff, S. M., & Boden, B. P. (2012). The role of axial compressive and quadriceps forces in noncontact anterior cruciate ligament injury: a cadaveric study. *The American journal of sports medicine*, 40(3), 568–573. <https://doi.org/10.1177/0363546511430204>.
43. Wilson, B. R., Robertson, K. E., Burnham, J. M., Yonz, M. C., Ireland, M. L., & Noehren, B. (2018). The Relationship Between Hip Strength and the Y Balance Test. *Journal of sport rehabilitation*, 27(5), 445–450. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0187>
44. Wojtyczek, B., Paślawska, M., & Raschner, C. (2014). Changes in the balance performance of polish recreational skiers after seven days of alpine skiing. *Journal of human kinetics*, 44, 29–40. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0108>
45. Yeow, C. H., Rubab, S. K., Lee, P. V., & Goh, J. C. (2009). Inhibition of anterior tibial translation or axial tibial rotation prevents anterior cruciate ligament failure during impact compression. *The American journal of sports medicine*, 37(4), 813–821. <https://doi.org/10.1177/0363546508328418>
46. Zahradník, D. (2015). Prevence zranění předního křížového vazů ve volejbalu [Habilitační práce]. Ostravská univerzita v Ostravě.

Online zdroje:

1. Zranění, zdraví a náklady v Premier League a evropských soutěžích. (2024, 16. října). *iDnes*. Dostupné z: https://www.idnes.cz/fotbal/zahranici/zraneni-zdravi-naklady-premier-league-evropske-souteze.A241016_115347_fot_zahranici_jrv
2. Walker, O. (2024). *Y Balance Test™*. Science for sport. Dostupné z: https://www.scienceforsport.com/y-balance-test/?srsId=AfmBOopYOrsX26Ax85Do38VS9geujba7S_zVXHhzMUhbShWE2FsnfIBA. [cit. 2024-12-02].

7 Přílohy

7.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Rozdíl mezi cílem rehabilitace a cílem rekondice.....	12
Obrázek 2 Skladba tréninkového programu od návratu k soutěži po zranění.....	15
Obrázek 3 Pracovní postup při návratu po zranění A.....	16
Obrázek 4 Pracovní postup při návratu po zranění B.....	17
Obrázek 5 Výsledková karta MFT S3 Check testu A.....	32
Obrázek 6 Výsledková karta MFT S3 Check testu B.....	32

7.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Vývoj hodnot probandky P1 ve frontální rovině.....	35
Tabulka 2 Vývoj hodnot probandky P1 v sagitální rovině.....	37
Tabulka 3 Probandka P1: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu.....	39
Tabulka 4 Vývoj hodnot Probanda P2 ve frontální rovině.....	40
Tabulka 5 Vývoj hodnot probanda P2 v sagitální rovině.....	42
Tabulka 6 Proband P2: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu.....	43
Tabulka 7 Vývoj hodnot probandky P3 ve frontální rovině.....	45
Tabulka 8 Vývoj hodnot probandky P3 v sagitální rovině.....	47
Tabulka 9 Probandka P3: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu.....	49
Tabulka 10 Vývoj hodnot probandky P4 ve frontální rovině.....	50
Tabulka 11 Vývoj hodnot probandky P4 v sagitální rovině.....	52
Tabulka 12 Probandka P4: Vývoj dynamické stability Y - Balance Test.....	54
Tabulka 13 Vývoj hodnot probandky P5 ve frontální rovině.....	55
Tabulka 14 Vývoj hodnot probandky P5 v sagitální rovině.....	57
Tabulka 15 Probandka P5: Vývoj dynamické stability Y - Balance Testu.....	59

7.3 Seznam grafů

Graf 1 Probandka P1: Vývoj indexu stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině...36	36
Graf 2 Probandka P1: Vývoj symetrie stoje ve frontální rovině.....36	36
Graf 3 Probandka P1: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině....38	38

Graf 4 Probandka P1: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině.....	38
Graf 5 Probandka P1: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu.....	39
Graf 6 Proband P2: Vývoj indexu stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině.....	41
Graf 7 Proband P2: Vývoj symetrie stoje ve frontální rovině.....	41
Graf 8 Proband P2: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině.....	42
Graf 9 Proband P2: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině.....	43
Graf 10 Proband P2: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu.....	44
Graf 11 Probandka P3: Vývoj indexu stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině..	45
Graf 12 Probandka P3: Vývoj symetrie stoje ve frontální rovině.....	46
Graf 13 Probandka P3: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině...	47
Graf 14 Probandka P3: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině.....	48
Graf 15 Probandka P3: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu.....	49
Graf 16 Probandka P4: Vývoj indexu stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině..	50
Graf 17 Probandka P4: Vývoj symetrie stoje ve frontální rovině.....	51
Graf 18 Probandka P4: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině...	52
Graf 19 Probandka P4: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině.....	53
Graf 20 Probandka P4: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu.....	54
Graf 21 Probandka P5: Vývoj indexu stability a senzomotorické regulace ve frontální rovině..	56
Graf 22 Probandka P5: Vývoj symetrie stoje ve frontální rovině.....	56
Graf 23 Probandka P5: Vývoj měření stability a senzomotorické regulace v sagitální rovině...	57
Graf 24 Probandka P5: Vývoj měření symetrie stoje v sagitální rovině.....	58
Graf 25 Probandka P5: Přehled vývoje dynamické stability pomocí Y - Balance Testu.....	59