MASARYKOVA UNIVERZITA

Fakulta sportovních studií

Katedra kineziologie

Efekt odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce:
Mgr. Martin Sebera, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Lucie Váňová
UTV- KT

Brno, 2016

Prohlašuji,

že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a na základě literatury a pramenů uvedených v použitých zdrojích.

V Brně dne 2. 5. 2016 podpis

Poděkování

Děkuji panu Mgr. Martinu Seberovi, Ph. D., vedoucímu mé diplomové práce, za metodické vedení, podnětné rady a cenné připomínky nezbytné pro vypracování této práce. Dále děkuji panu PaedDr. Jaroslavu Šamšulovi, za poskytnutí experimentální skupiny a za bezproblémovou spolupráci.

OBSAH

ÚVOD 7

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY 9

1.1 Morfologie nohy 9

1.1.1 Vývoj 9

1.1.2 Stavba a funkce nohy 10

1.1.3 Nožní klenba 11

1.1.4 Chůze 13

1.2 Vyšetřovací metody analýzy nožní klenby 15

1.2.1 Pedobarometrie 15

1.2.2 Dynamická plantografie 16

1.3 Výzkumy měření plantárního tlaku 18

1.3.1 Obecné měření plantárního tlaku 18

1.3.2 Konkrétní výzkumy plantárního tlaku ve sportovním odvětví 22

1.3.3 Rozložení plantárního tlaku v důsledku únavy 26

1.4 Odrazový trénink 28

1.5 Specifika pohybu ve volejbale 29

1.5.1 Volejbalová obuv 30

1.5.2 Vyšetření nohy ve volejbale 30

1.5.3 Motorické testy ve volejbale 31

2 CÍLE, ÚKOLY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY PRÁCE 33

2.1 Cíle práce 33

2.2 Úkoly práce 33

2.3 Výzkumné otázky 33

3 METODIKA PRÁCE 34

3.1 Metodologie řešení výzkumného problému 34
3.2 Harmonogram výzkumu 34
3.3 Konceptuální rámec 34
3.4 Charakteristika výzkumného souboru 35
3.4.1 Vstupní analýza probandů 35
3.5 Metodika měření 38
Systém Pedar 38
Technika sběru dat 39
Průběh měření 39
3.6 Charakteristika tréninkového plánu výzkumného souboru 41
3.6.1 Charakteristika tréninků 41
3.7 Způsob zpracování a vyhodnocení dat 43
3.7.1 Sledované parametry 43
3.7.2 Statistické zpracování dat 46
3.7.3 Limity výzkumu 46
4 VÝSLEDKY 47
4.1 VO1: Jaký vliv má odrazový trénink na změnu plantárního tlaku? 47
T - Test 48
4.2 VO2: Je rozdíl mezi plantárním tlakem pravé a levé nohy? 50
4.3 VO3: Budou odlišné plantární tlaky v závislosti na postu ve volejbale? 52
5 DISKUZE 70
6 SHRNUTÍ A ZÁVĚR 72
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 74
8 SEZNAM OBRÁZKŮ 78
9 SEZNAM TABULEK 80

10 SEZNAM PŘÍLOH 82

Příloha 1 Vybrané motorické testy 82

Příloha 2 Plán utkání a tréninků Volejbal Brno junioři 2016 83

Příloha 3 – Ukázka kondičního tréninku v posilovně Volejbal Brno junioři 2016 86

Příloha 4 – Ukázka kondičního tréninku v hale Volejbal Brno junioři 2016 87

Resumé 89

Summary 90

ÚVOD

Tato diplomová práce je založena na výzkumu změny plantárních tlaků brněnských juniorských volejbalistů v důsledku absolvování dlouhodobého odrazového tréninku. Tedy předmětem zkoumání je vliv odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku.

Diagnostikou klenby nohy se zabývá spousta výzkumů a vědců, proto ve své práci již zmapovanou problematiku využívám a čerpám z této literatury. Chodidla jsou dle mého názoru nejdůležitější části těla, bez nich by člověk nemohl chodit, běhat, skákat a celkově sportovat. Je to základna, v níž spočívá váha a držení celého těla v neposlední řadě tlumí a kompenzují nárazy. Pokud je tato část lidského těla narušena, pohmožděna nebo deformována, ovlivňuje negativně držení těla, chůzi a pohyb celkově.

Při výběru diplomové práce hrálo roli několik faktorů, ale nejdůležitější pro mě bylo spojení výzkumu a sportu. Již od útlého mládí mne rodiče vedli ke správnému životnímu stylu a ke sportu, nyní můžu jejich snahu zúročit ve své práci spojením výzkumu chodidel a sportu. Skoky a odrazový trénink mne doprovází celým životem. Ve škole jsem vždy vynikala v atletice, konkrétně ve skoku dalekém a v míčových sportech, proto jsem si na gymnáziu zvolila jako sport volejbal. Tento míčový sport hraje v mém životě významnou roli, díky tomu jsme si jako výzkumný vzorek, vybrali hráče volejbalu.

Studium na Fakultě sportovních studií mne kromě vzdělání a nezapomenutelných zkušeností obohatilo i o mnoho důležitých kontaktů, které jsem efektivně využila pro mou diplomovou práci. Jelikož se stále pohybuju ve volejbalovém prostředí, požádala jsem o pomoc s výzkumem zkušeného trenéra PaedDr. Jaroslava Šamšulu. Ten mi poskytl naprosto vynikající vzorek probandů – své svěřence volejbalisty SK Volejbal Brno, díky kterým jsme mohli výzkum zrealizovat.

Téma mé práce jsme tedy zvolili „Efekt odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku“. Jak jsem již zmínila, výzkum je zaměřen na brněnské juniorské volejbalisty. Výzkumů na téma spojené s plantárním tlakem u

volejbalových hráčů není mnoho. Tedy zbývá prostor pro nové poznatky, závěry a případné doporučení.

První část diplomové práce je teoretického charakteru. Obsažena je zde morfologie nohy, stavba a její funkce. Detailněji je popsána i problematika klenby nohy včetně vad a poruch. Svou část zde tvoří také chůze a specifika pohybu ve volejbale. V této části je zmíněno i několik zahraničních výzkumů, které se zabývají studiem plantárního tlaku ve sportu. Také jsou zde teoreticky popsány moderní přístroje, které jsou v dnešní době nejčastěji vyžívány k výzkumu plantárních tlaků. Závěrem této části práce jsou teoreticky zpracována fakta odrazového tréninku, který je realizován ve volejbale a specifické pohyby v tomto sportovním odvětví.

Druhá část práce je klíčová, jelikož jsou zde prezentovány výsledky měření a závěry celého výzkumu. Kromě toho, jsou zde popsány cíle, úkoly a výzkumné otázky práce. Je zde představena metodika měření i zpracování dat a detailně popsán výzkumný soubor.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY

Na začátku práce se zaměřím na studium lidské nohy. První podkapitola je věnována morfologii lidské nohy, popisu fylogenetický vývoj, dále je zde zmíněna stavba a funkčnost nohy. Nemalý prostor zůstává nožní klenbě, její problematice, vadám a poruchám. Přikládám zde i zmínku o lidské chůzi a jejím vývoji.

V následující podkapitole se zabývám metodou analýzy nožní klenby. Seznamuji čtenáře s plantografií. Popisuji přístroje, na kterých probíhají měření plantárních tlaků a jiných veličin.

V třetí podkapitole se věnuji metodám a výzkumům, jež byly uskutečněny pro měření plantárních tlaků. Přikládám několik rešerší zahraničních výzkumů a článků, které jsou podkladem pro výzkum efektivity odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku.

Dále řeším problematiku odrazového tréninku. Konkretizuji tento problém na specifika volejbalu a jeho pohybové nároky.

1.1 Morfologie nohy

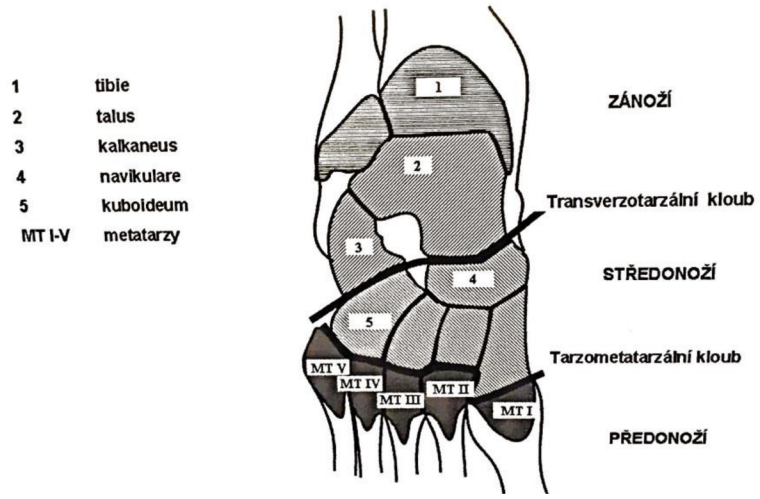
Anatomický termín noha označuje část dolní končetiny distálně od hlezenního kloubu. Lidská noha je hlavním článkem nosné struktury těla. Je každodenně staticky i dynamicky zatěžována (Dylevský, 2009).

1.1.1 Vývoj

Z hlediska fylogenetického evoluce se noha přeměnila na nosnou strukturu, typickým znakem této přeměny je ztráta pohyblivosti palce, díky kterému je mnohem efektivnější přenos hmotnosti jedince (Riegerová, 2006). Noha se neustále vyvíjí, dříve byl palec oddálen od prstů, ovšem postupně ztratil jemnou motoriku a přiblížil se k ostatním zkráceným prstům. Vývoj paty, jež byla úzká a křehká způsobil rozšíření a zmohutnění (Šos, 1999).

1.1.2 Stavba a funkce nohy

Struktura kostry nohy je poměrně komplikovaná, při rozdělení nohy dvěma liniemi (transverzotarzálnímu a tarzometatarzálnímu) tvoří nohu 3 oddíly. Zadní oddíl (zánoží) je složen z kosti hlezenní a kosti patní. Střední oddíl (středonoží) je poskládán z pěti malých kůstek a to kosti krychlové, loďkovité a tří klínových kostí. Přední oddíl (předonoží) je tvořen kostmi nártními a články prstů (Vařeka & Vařeková, 2009).



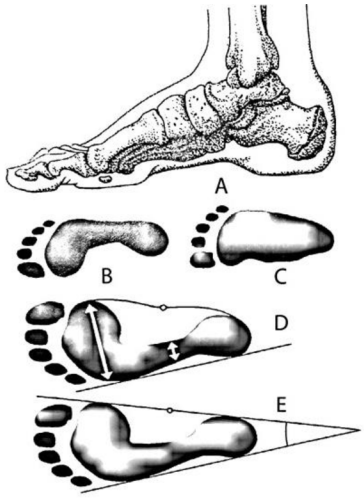
Obr. 1 – Funkční dělení nohy: dorzální řez (Vařeka & Vařeková, 2009).

Každá z těchto tří částí nohy má svoji charakteristiku. Zánožní část, která se často nazývá částí zánártí je málo pohyblivá, téměř pevná. Jejím hlavním úkolem je přenášet hmotnost těla. Středonoží, což se obvykle nazývá jako nárt je pružná část nohy a tlumí nárazy při chůzi. Přednožní je tvořeno prsty, které udržují celkovou stabilitu nohy. Tvoří jej palec, který je jediný dvoučlánkový a je důležitý při odvíjení nohy při chůzi a běhu, ostatní prsty jsou složeny ze tří článků (Zvonař, Vespalec, Kolářová, & Petr, 2011).

Noha má dvě hlavní funkce – nese hmotnost těla (statická funkce) a zároveň této hmotnosti umožňuje přesun (dynamická funkce). Mluvíme o chůzi či lokomoci (Dylevský, 2009).

1.1.3 Nožní klenba

Nožní klenba se postupem času vyvinula s přechodem člověka na bipední chůzi. Lidské tělo je stabilní díky podpoře ve třech bodech: hrbol patní kosti, hlavička prvního metatarzu a hlavička pátého metatarzu. Mezi těmito body jsou vytvořeny dva systémy kleneb: klenba příčná a podélná. Tyto klenby jsou spojeny a udržovány vazy a svaly. Jejich funkcí je chránit měkké tkáně plosky nohy a umožňují pružný nášlap, také zmírňují otřesy při chůzi a skocích. Na následujícím obrázku je možno vidět skelet nohy, označen písmenem A. Plantogram fyziologicky klenuté, nezatížené nohy B. Pod písmenem C je znázorněn plantogram ploché nohy (pes planus). D – hodnocení nejmenší a největší šíře plantogramu (nejmenší šíře má být menší než max. 45% největší šíře). Písmenem E je naznačeno měření úhlu nohy (Dylevský, 2009).



Obr. 2. – Nožní klenba (Dylevský, 2009).

Dylevský, (2009) tvrdí, že věc udržení příčné a podélné klenby je závislá na třech faktorech:

- Tvar kostry nohy a architektonika jednotlivých kostí
- Vazivovém systému nohy
- Svalech nohy

Stav nožní klenby je neustále ovlivňován řadou různých vnějších a vnitřních faktorů. Jedná se například o oslabování svalů a uvolňování vazů apod.

Díky těmto morfologickým změnám a nesprávně funkčnosti svalů a vazů dochází k různým deformitám a poruchám nožní klenby (Vařeka & Vařeková, 2009).

Vady a poruchy nohy

Deformity, bolest, artrózy a různé vady nohou jsou častěji získané než vrozené. Porucha klenby nožní se nazývá plochá noha (pes planus). Plochá noha je deformitou nohy, kdy se snižuje a postupně vymizí podélná klenba, nastupuje zevní deviace paty a pronační držení nohy (Cinglová, 2002).

Obr. 3 – Postupující stupně deformity ploché nohy (Formica, 2000).

Jak lze vyčíst z obrázku 3 - plochá noha se u dospělých rozděluje na tři stupně:

I. Stupeň – pokles klenby je patrný jen v zatížení, deformitu lze aktivně korigovat.

II. Stupeň – klenba je trvale plochá, ale pasivním či aktivním přístupem lze upravit.

III. Stupeň – fixovaná deformita, nelze korigovat (Zvonař, Vespalec, Kolářová, & Petr, 2011).

Další častou deformitou je opak ploché nohy – vysoká klenba (pes cavus). Zpravidla se jedná o vrozený problém, kdy se střed chodidla nedotýká podložky. Čímž se způsobuje přenos váhy na přední část chodidla a paty (Pedikom, 2007).

V následujícím obrázku 4 jsou graficky znázorněna postupná stádia plochého chodidla a vypouklého chodidla v porovnání se zdravým chodidlem.

Obr. 4 – Porovnání zdravého chodidla, plochého chodidla a vypouklého chodidla (Formica, 2000).

Vbočený palec směrem k ostatním prstům (hallux valgus) vzniká nejčastěji u žen v mládí, díky nošení nevhodné obuvi (zúžená špička na podpatcích apod.). V extrémnějších případech se palec zasouvá pod ukazovák. Opakem palce vbočeného je palec vybočený (hallux varus). Následkem artrózy v kloubu vzniká palec ztuhlý (hallux rigidus), který se vyznačuje omezením extenze (Cinglová, 2002).

1.1.4 Chůze

Chůze je jedním ze základních pohybů, který je složen z několika opakujících se fází. Dle studie Janura & Zahálka (2004) se z fyzikálního hlediska jedná o mechanický sled řízených pádů, kdy tělo ze stabilní pozice padá vpřed a pomocí dolních končetin je zajištěna stabilizace. Z hlediska anatomie je chůze umožněna díky již zmíněné kosterní a svalové soustavě.

Dle Rose (1994) je vzorec chůze definován jako rytmické posouvání dolních končetin, jež je prováděno za cílem rovnoměrného pohybu vpřed.

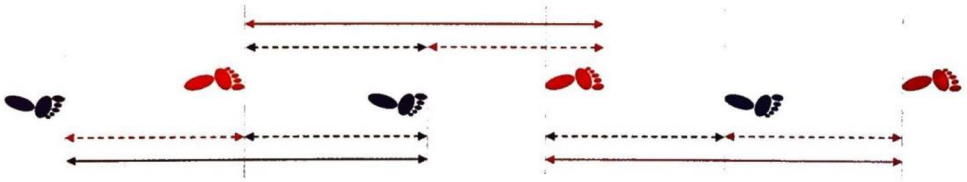
Vývoj chůze

Vývoj chůze má dvě hlediska, pokud hovoříme o vývoji chůze v rámci historie lidstva, které postupným vývojem dospělo až k bipedární lokomoci, mluvíme o fylogenetickém vývoji. Druhé hledisko, ontogeneze, je zaměřeno na vývoj chůze v rámci jednoho člověka, který se musí chůzi naučit a osvojit.

V následujícím textu je stručně popsáno jaké fáze člověk postupně životem prochází z hlediska ontogeneze chůze, aby dospěl až k úplné bipedární lokomoci.

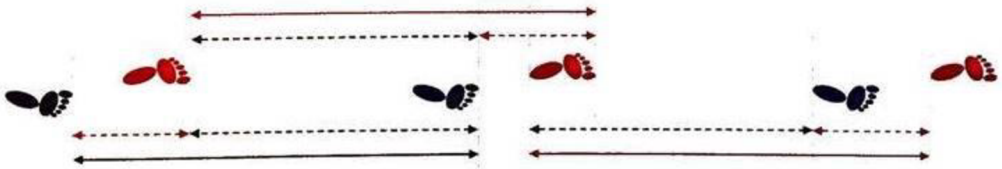
Chůze se vyvíjí již od narození dítěte, už v 5. měsíci dítě začíná vnímat funkci kloubů – je schopno kopat oběma nohama zároveň. Postupně se začíná zpevňovat trup a páteř celkově. Dítě je schopné vlastní chůze už okolo 10. měsíce, kdy má vyvinutou oporu. Ve 12. – 14. měsíci je vývoj chůze úplný, tedy dítě nepoužívá oporu a chůze se podobá dospělé chůzi. Kolem třetího roku dítěte, je plně vyvinuta koordinace rovnováhy a integrace těla do pohybu, chůze je plně vyvinuta (Véle, 2006).

Každá lidská bytost je jedinečnou, z toho vyplývá, že i stereotyp chůze každého jedince je originální a odlišný od jiných jedinců. Charakter chůze je ovlivněn mnoha faktory jako například rychlostí chůze, hmotností člověka, věkem a pohlavím, zraněním či nemoci apod. Rozmanitost chůze studoval i vědec Baker (2013), jenž se zaměřoval na délku symetrické a asymetrické chůze z pohledu



šířky kroků.

Obr. 5 – Délka kroku při normální symetrické chůzi (Baker, 2013).

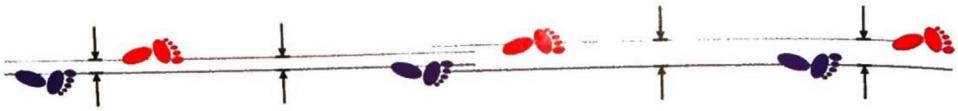


Obr. 6 – Délka kroku při asymetrické chůzi (Baker, 2013)

Obrázek 5 znázorňuje délku kroku při symetrické chůzi. Objasňuje, že vzdálenost kroků je stejná při každém kroku. Za délku kroku je považována vzdálenost, kterou urazí část jedné nohy od totožné části druhé nohy, při každém

kroku. Na obrázku 6 je znázorněna asymetrická chůze, kdy jsou délky kroků naprosto odlišné. Tento jev je signifikantní pro kulhání a jiné asymetrie v chůzi.

Obrázek 7 upozorňuje na následující fakt. Šířka kroku levé i pravé nohy je stejná bez ohledu na jakékoliv asymetrie chůze. Nesmíme však opomenout již výše zmíněný fakt, že je nutno měřit vzdálenost od totožné části chodidla.



Obr. 7 – Znázornění šířky kroku na asymetrické chůzi (Baker, 2013).

1.2 Vyšetřovací metody analýzy nožní klenby

Z lékařského hlediska se komplexní péčí o chodidla zabývá věda s názvem podiatrie. Je to lékařská disciplína, jež se zajímá o diagnostickou léčbu, prevenci či následující rehabilitaci chodidel a nožní klenby. Vyšetření je zaměřeno na klenbu nožní, její zatížení, anatomii a celkovou funkci nohou (Zvonař, Vespalec, Kolářová, & Petr, 2011).

1.2.1 Pedobarometrie

Jednou z metod, kterou podiatrie používá, je měření lokálního rozložení sil na chodidle. Jedná se o metodu zvanou pedobarometrie, určuje rozložení plantárního tlaku a umožňuje znázornění sil, jež působí na anatomické struktury chodidla. Díky pedobarometrii mohou lékaři či výzkumní pracovníci určit vady nohou, různé deformace nebo třeba rozdíl v zatížení pravé a levé nohy.

Vyšetření může probíhat pohledem, pohmatem nebo dokonce rentgenem, ovšem tyto metody jsou již poněkud zastaralé. Nacházíme se v moderní době, proto přikládám výčet dnešních přístrojů pro měření plantárního tlaku. Jedním z nich je plantoskop (obr. 8 a 9). Při jednoduchém diagnostickém vyšetření pomocí plantoskopu, se pacient postaví na skleněnou desku a lékař pomocí spodního zrcadla zhodnotí klenbu. Na následujícím obrázku 10 je zobrazen plantograf, na který je při vyšetření nanášena tenká vrstva barviva a po styku s deskou se chodidlo obtiskne na papír, z čehož vznikne tzv. plantogram (Zvonař,

Vespalec, Kolářová, & Petr, 2011). Vyhotovený plantogram je zobrazený na obrázku 11. Díky němu, může lékař opět diagnostikovat vady a deformace.

Dle Vařeky & Vařekové (2009) je diagnostika pomocí plantogramu jednoduchá, objektivní, poměrně levné a hlavně rychlé. Proto doporučuje tímto metodickým postupem měřit větší skupinu probandů. Výsledky jsou pak lépe srovnatelné a lze určit diagnózu jednodušeji a efektivněji.

Obr. 8 - Plantoskop (Feuereislová, 2014)

Obr. 9 - Plantoskop (Podocam, 2010)

Obr. 10 - Plantograf (Podologická-poradna, 2012)

Obr. 11 - Plantogram (Podologická-poradna, 2012)

1.2.2 Dynamická plantografie

Další vyšetřovací metodou analýzy nožní klenby je dynamická plantografie. Při této vyšetřovací metodě je používána tlaková plošina, speciální vložky do bot anebo případně pás. Měření probíhá obvykle při chůzi, ale také při různých modifikacích stoje (stoj na jedné noze, stoj se zavřenýma očima apod.). Jelikož je diagnostika prováděna v pohybu, je tato metoda nazvána dynamickou.

Dynamická plantografie má širokospektré využití jako například v obuvnictví, v lékařství (ortopedie, neurologie, rehabilitace), ale také ve sportovní medicíně a tréninku. V neposlední řadě je uplatnění v rámci základního výzkumu chůze či běhu (Petr, 2011). V následujícím textu představuji konkrétní přístroje měření dynamiky plantárního tlaku.

Emed

Elektronická plošina Emed zaznamenává a diagnostikuje rozložení tlaku pod ploskou nohy. Toto měření probíhá jak ve statických (při stoji) tak i dynamických (při chůzi) podmínkách. Plošina Emed vyráběna firmou Novel, dokáže změřit přesný tlak chodidel, tělesnou hmotnost jak ve statickém tak dynamickém režimu. Emed začne nahrávat automaticky ihned, jak se noha dotkne plošiny a vše je možné ovládat pomocí různých databází a operačních systémů pomocí počítače (Novel, The emed.systems, 2014). V následujících obrázcích 12 a 13 je vyobrazena plošina Emed, která je zatím nejrozšířenějším a nejpoužívanějším zařízením pro vyšetření chodidel a měření plantárních tlaků.

Obr. 12 – Emed (Novel, The emed.systems, 2014)

Obr. 13 – Meření na Emedu (Novel, The emed.systems, 2014)

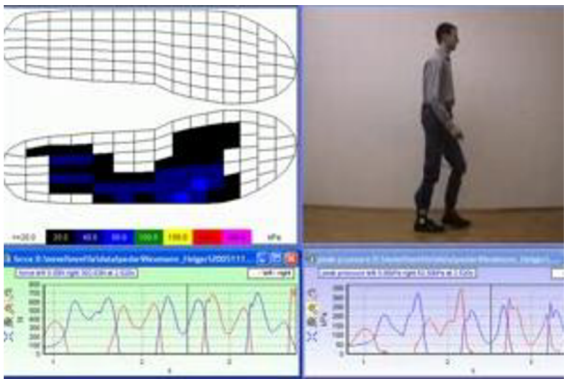
Pedar

Měřící systém Pedar je mobilní a dosahuje přesného a spolehlivého měření rozdělení tlaku. Jelikož je Pedar zpracován a přizpůsoben jako vložka do bot, zajišťuje maximální všestrannost pro monitoring lokálního zatížení mezi chodidlem a botou. Pedar je elastická vložka, která je pokryta snímači po hřbetní, mediální a laterární oblasti nohy. Přenos dat do počítače může být uskutečněn pomocí USB kabelu nebo pomocí mobilní technologie Bluetooth®. Tento systém má také úložný prostor na SD kartě, což umožňuje shromažďování dat při jakékoliv činnosti bez nutnosti připojení k počítači či vyhodnocovacímu zařízení. Do počítače mohou být data stažena až po dokončení měření. Všechny tyto funkce jsou vlastnosti umožňující plné využití při diagnostice chůze, běhu, přenosu břemen, při tréninku nebo i jízdě na kole (Novel, The pedar.system, 2014).

Tento měřící systém je velice mobilní, skladný a spolehlivý, proto jsme se rozhodli jej využít k našemu výzkumu. Oblast využití Pedaru je široká. Systém je využíván v obuvnickém průmyslu pro výzkum i design obuvi, při rehabilitacích, monitoringu dlouhodobé zátěže, také je využíván ve sportovní biomechanice anebo již dříve zmíněné kinetické analýze volné chůze.

Na obrázku 14 je možnost vidět samotný systém Pedar, v následujícím obrázku 15 je fotografie při měření pomocí systému Pedar.

Obr. 14 – Pedar (Novelusa, 2012)



Obr. 15 – Měření pomocí pedaru (Novel, The emed.systems, 2014)

1.3 Výzkumy měření plantárního tlaku

V dnešní době je výzkumů zabývajících se měřením plantárního tlaku, nožní klenby, chodidel a jiných podobných měření celá řada. Způsoby jejich měření, metodiky a použití diagnostických přístrojů jsou odlišné. Výzkum plantárního tlaku pomocí systému Pedar probíhá v mnoha oblastech od sportu až po lékařství. Následující text je zaměřen na rešerši zahraničních výzkumů a studií v oblasti měření plantárního tlaku pomocí systému Pedar. V první podkapitole jsou zmíněny obecné výzkumy a v druhé kapitole je výčet výzkumů v oblasti sportu.

1.3.1 Obecné měření plantárního tlaku

Jedno z obecných uskutečněných měření je popsáno v článku s názvem „Foot Plantar Pressure Measurement System“ v překladu „Systém měření plantárního tlaku“. Autoři ve výzkumu obecně popisují měřící systém plantárního tlaku a využití tohoto systému. Plantární tlak je definován jako pole, které se

odehrává mezi chodidlem a podložkou během každodenních aktivit (chůze, běh, poskoky apod.). Informace odvozené z takového měření lze využít ve výzkumu, který se zabývá důsledky chůze a držení těla, problémů dolních končetin a jejich následnou diagnostikou. Tento článek zahrnuje charakteristiku „foot plantar sensors“ o přírůstcích do měřících systémů nožního plantárního tlaku, které jsou aplikovány na různé výzkumné problémy. V textu je popsán nový systém měření plantárního tlaku „wireless foot plantar pressure“, který je založen na snímačích vysokého lineárního tlaku bez hysterezí. Tento systém zaručuje přesné a spolehlivé měření plantárního tlaku, pomocí vysokotlaké techniky (Razak, Zayegh, Begg, & Wahab, 2012).

Další podobné obecné měření plantárního tlaku popisuje studie „Plantar Pressure Assessment“ na webových stránkách amerických vědců Orlina & McPoila (2000), které poskytují informace o měření plantárního tlaku v závislosti na funkčnosti chodidla a kotníku během chůze, běhu či odrazu. Informace získané z tohoto měření mohou pomoci při určování a řízení funkce spojené s pohybovým aparátem nebo i s neurologickými poruchami. V tomto měření byla využita často využívaná plocha „force platform“. Dále je ve článku zmíněna definice tlaku (p) = (pressure), která je také často nazývána „stress“. Tlak je definován silou (f) na jednotku plochy (a), z čehož plyne p = f/a. Data získaná z tohoto měření mohou být použita k léčbě pacientů s širokou škálou nožních vad spojených s onemocněním pohybového aparátu. Tyto posudky mohou být zahrnuty jako součást komplexní analýzy laboratorní chůze. Měření je prováděno na pacientech v klinickém prostředí, pokud jsou hodnoty plantárního tlaku atypické, jsou tyto informace využity k úpravě programu pro pacienta v podobě změny obuvi, změna ortézy, úprava cvičebního programu apod.

Účelem následujícího výzkumu byla studie rozložení plantárního tlaku u dětí v předškolním věku během pěti následujících aktivit – stoj na jedné noze, stoj na obou nohách, dopad z výšky na jednu nohu, dopad z výšky na obě nohy a chůzi. Výzkumu se zúčastnilo 14 chlapců (věk 3,20 ± 0,4 let). Vrcholové tlaky byly stanoveny pro osm různých oblastí chodidla. Výsledky studie dokázaly, že

celkové plantární tlaky u dopadu byly významně vyšší, než při stoji na jedné noze, stoji na obou nohách či chůzi ($p<0,05$), (Kellis, 2001).

Vliv změny svalové činnosti na rozložení plantárního tlaku je předmětem další studie. Autoři ve výzkumu sledují kvantifikaci změn, které se vyskytují v rozložení plantárního tlaku, v důsledku útlumu smyslových vjemů. Smyslové vjemy byly utlumeny pomocí ledu. Výzkumu se zúčastnilo 6 mužů a 4 ženy ve věku 26,1 (± 4,1 let). Měření probíhalo pomocí systému Pedar na frekvenci 99 Hz. Vzhledem k výsledkům základního měření, ukázalo centrum tlaku významný přední posun v prvních 15% kroku, kdy byla ochlazována boční část chodidla (průměr posunu: 4,87 mm; 95% CI: 0,96-9,03 mm; p = 0,027). V posledních 15% kroku tam byl velmi malý pohyb (posun: -0,12 mm; 95% CI: -4,29-4,06mm; p = 0,951), což ukazuje, že změny v centru tlaku nebyly způsobeny diferenciálním umístěním Pedar vložky.

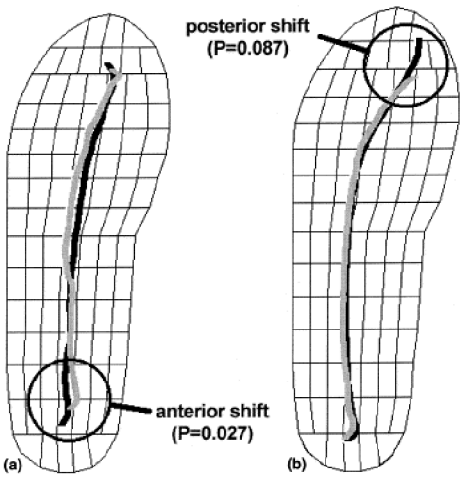


Fig. 4.
Center of pressure (CoP) paths of two representative subjects. Black lines represent the baseline CoP path, lighter lines represent the CoP path following ice exposure and sensory inhibition: (a) with rearfoot cooling, the CoP showed a significant anterior shift during the touchdown phase; (b) with forefoot cooling, the CoP shifted posteriorly during the take-off phase.

Obr. 16 – Centrum plantárního tlaku dvou různých subjektů (Nurse & Nigg, 2001).

V obrázku je znázorněno centrum plantárního tlaku dvou různých subjektů. Chodidlo (a) bylo ochlazováno z boku, centrum tlaku vykazovalo významný posun dopředu během fáze dotyku s podložkou. Chodidlo (b) bylo ochlazováno z přední části a centrum tlaku se během odrazové fáze posunulo dozadu.

Výsledkem studie je zjištění, že pokud jsou sníženy smyslové vjemy, centrum tlaku chodidla se vzdaluje od citlivých oblastí k méně citlivým částem chodidla (Nurse & Nigg, 2001).

Problematika vhodné obuvi, která je používána během sportu, je řešena výzkumem „Regional foot pressure during running, cutting, jumping and landing“. V tomto článku vědci kontrolovanou laboratorní studií vyhodnocují vhodnost obuvi během sportovního výkonu. Ve studii vědci hodnotí vynaložené plantární tlaky, čímž získají konkrétnější údaje pro srovnání obuvi, která má tlumící vlastnosti. S problematikou sportovního výkonu jsou spojeny i časté opakující se zranění, jež jsou také ve výzkumu zahrnuty. Hypotézou studie je fakt, že při běhání, skákání, zrychlování pohybu a při jiných sportovních pohybech je plantární tlak vyšší, než při normální chůzi.

Výzkum absolvovalo 10 vysokoškolských sportovců (muži). Testovali se dva typy obuvi od firmy Nike. Model „Speed TD“ (což jsou tretry s hřebíky) a model „Air pro Turf“ (což jsou tenisky s hrubší podrážkou). Jako metoda měření byla použita metoda měření plantárních tlaků pomocí Pedar systému od firmy Novel, kde byly použity vložky na 99 Hz. Měřily se tlaky na sedmi anatomických oblastech nohy a to při: běhu po rovině, zrychlovaném běhu, rychlé změny pohybů vpravo a vlevo, při odrazu a dopadu – tedy celkem 6 variací pohybu.

Výsledky studie jasně ukazují, že při zrychlovaném běhu a při odrazu i dopadu je plantární tlak vynaložený na paty až dvakrát vyšší než v průběhu normálního běhu, bez ohledu na typ obuvi. Model „Air Pro Turf“ prokázal celkově nižší výsledky tlaků pro všechny typy pohybů ($p < 0{,}0377$). Při vyběhnutí levého oblouku měl tento model nižší tlak pod patou (36.6 ± 12.5 N/cm^2) než model “Speed TD” (50.3 ± 11.2 N/cm^2), ($p < .0001$), také byl naměřen nižší tlak pod palcem (44.8 ± 8.1 N/cm^2 vs 54.4 ± 8.4 N/cm^2; $p = .0002$). Tento model prokázal rovněž významně nižší tlak u zrychlovaného běhu (38.2 ± 8.3 N/cm^2 vs 50.8 ± 7.4 N/cm^2; $p < .0001$).

Závěrem bylo konstatováno, že během sportovního výkonu díky tlumící obuvi. je rozložení plantárního tlaku rovnoměrné v oblasti klenby. Tedy existuje

interakce mezi vhodným odpružením obuvi a sportovním pohybem, který ovlivňuje plantární tlak (Orendurff, Rohr, Segal, Medley, Green, & Kadel, 2008).

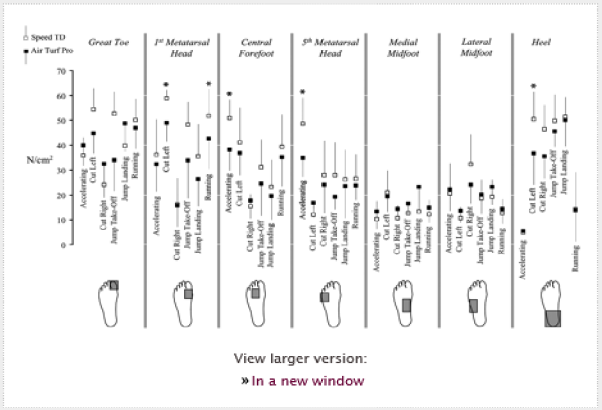


Figure 3.
Mean peak plantar pressure (N/cm^2) for 7 anatomic regions of the foot during 6 maneuvers. Filled squares are Air Pro Turf (−1 standard deviation [SD]) and open squares are Speed TD (+1 SD). *Indicates statistically significant differences between the Speed TD and Air Pro Turf (P<.0001).

Obr. 17 – Naměřený plantární tlak v sedmi oblastech chodidla při šesti různých variací fotbalových pohybů (Orendurff, Rohr, Segal, Medley, Green, & Kadel, 2008).

V obrázku 17 je graficky znázorněno rozložení plantárního tlaku v různých oblastech chodidla při typicky fotbalových pohybech. Jedná se o pohyby: Accelerating – zrychlování, Cut left – klička vlevo, Cut right – klička vpravo, Jump Take-off – odraz, Jump Landing – dopad, Running – běh. V obrázku jsou znázorněny výsledky pro oba typy obuvi. Černý čtverec je pro model „Air Turf Pro“ (směrodatná odchylka je -1 SD) a bílý čtverec znázorňuje model „Speed TD“ (1 SD). Statisticky významné rozdíly mezi rychlostí jsou označeny hvězdičkou (p<.0001).

1.3.2 Konkrétní výzkumy plantárního tlaku ve sportovním odvětví

V této kapitole se již nezmiňuji o obecném měření plantárního tlaku, ale o konkrétních výzkumech, které byly uskutečněny na sportovcích. Jedním z nich je dokument, který napsali autoři amerického deníku. Studie je založena na charakteristickém rozložení plantárního tlaku během speciálního fotbalového stereotypu. Účel výzkumu byl následující – charakterizovat měření tlaku v botě

při různých fotbalových pohybech či manévrech na dvou různých hracích plochách. Jedna plocha byla travnatá a druhá plocha byla pokryta antukou. Měření se zúčastnilo 21 zkušených fotbalistů v průměrném věku 25 let, o hmotnosti přibližně 78 Kg a o průměrné výšce 182 cm. Ke sběru naměřených dat byl použit mobilní systém Pedar, který byl vložen každému hráči do fotbalové obuvi. Fotbalisté prováděli čtyři specifické fotbalové pohyby: běh, klička, sprint a střelba.

Výsledky výzkumu ukázaly charakteristický vzor rozložení tlaku pro specifickou oblast nohy, které korespondují s vyhodnocenými pohyby. Také byly nalezeny vzory s vyšší úrovní tlaku, než jaké byly při běžném provozu. Při sprintu, první a druhé fázi je většinou více zatěžována opačná, než je noha dominantní. Co se týče rozdílu povrchu, nebyl zjištěn žádný rozdíl tlaku. Výsledky této studie tedy ukazují, že vysoké zatížení s vysokým počtem opakování, může mít významný dopad na vývoj chronického zranění. Naměřené hodnoty přikládám v následující tabulce (Eils, Streyl, Linnenbecker, Thorwesten, Völker, & Rosenbaum, 2004).

Tab. 1 – Naměřené hodnoty plantárního tlaku (Eils, Streyl, Linnenbecker, Thorwesten, Völker, & Rosenbaum, 2004).

Means and Standard Deviations for Parameters of Pressure Distribution

	Movement				Surface		Significant main effects and/or interactions[a]
	Run	Cut	Sprint	Kick	Grass	Cinder	
Relative loads (%)							
Medial heel	7.8 ± 2.4	15.9 ± 3.6[b]	1.5 ± 0.9[b]	9.2 ± 2.4	8.9 ± 6.0	8.3 ± 5.3[c]	M, S, I[α]
Lateral heel	8.8 ± 2.4	11.3 ± 3.0[b]	1.8 ± 1.1[b]	13.7 ± 3.5[b]	8.8 ± 5.1	9.0 ± 5.3	M
Medial midfoot	2.4 ± 1.1	5.3 ± 1.6[b]	0.5 ± 0.4[b]	2.7 ± 1.1	2.9 ± 2.2	2.6 ± 1.9[c]	M, S, I[α]
Lateral midfoot	9.8 ± 1.8	3.5 ± 1.3[b]	3.5 ± 1.1[b]	13.0 ± 3.3[b]	7.4 ± 4.8	7.4 ± 4.4	M, I[β]
Medial forefoot	18.7 ± 3.3	25.8 ± 3.6[b]	27.7 ± 5.0[b]	11.1 ± 4.6[b]	21.0 ± 8.1	20.7 ± 7.5	M, I[β]
Central forefoot	15.6 ± 2.4	10.5 ± 2.1[b]	19.2 ± 2.3[b]	11.5 ± 3.0[b]	13.9 ± 4.5	14.5 ± 4.0[c]	M, S, I[β]
Lateral forefoot	18.2 ± 2.1	5.7 ± 1.5[b]	17.6 ± 4.4	19.7 ± 2.5	15.0 ± 6.4	15.6 ± 6.2[c]	M, S, I[β]
Hallux	9.6 ± 2.2	13.3 ± 3.4[b]	14.7 ± 2.9[b]	8.8 ± 2.0	11.6 ± 3.6	11.6 ± 3.6	M
Second toe	4.9 ± 1.6	5.3 ± 1.5	8.1 ± 2.6[b]	5.6 ± 1.6	5.9 ± 2.2	6.0 ± 2.3	M
Lateral toes	4.1 ± 1.7	3.3 ± 1.6	5.4 ± 1.5[b]	4.7 ± 1.8	4.4 ± 1.8	4.4 ± 1.8	M, I[β]
Peak pressure (kPa)							
Medial heel	298 ± 59	655 ± 145[b]	59 ± 24[b]	680 ± 120[b]	438 ± 296	407 ± 258[c]	M, S, I[β]
Lateral heel	294 ± 58	489 ± 96[b]	56 ± 23[b]	728 ± 150[b]	398 ± 274	386 ± 257	M, I[β]
Medial midfoot	140 ± 30	233 ± 73[b]	57 ± 28[b]	271 ± 108[b]	179 ± 111	171 ± 104[c]	M, S, I[β]
Lateral midfoot	191 ± 33	175 ± 57	95 ± 30[b]	374 ± 98[b]	208 ± 126	210 ± 112	M, I[β]
Medial forefoot	414 ± 92	653 ± 131[b]	595 ± 171[b]	295 ± 106[b]	491 ± 200	488 ± 184	M, I[β]
Central forefoot	336 ± 70	313 ± 72	406 ± 75[b]	310 ± 86	335 ± 81	347 ± 88[c]	M, S, I[β]
Lateral forefoot	293 ± 46	133 ± 33[b]	295 ± 65	403 ± 93[b]	274 ± 117	288 ± 113[c]	M, S, I[β]
Hallux	348 ± 72	487 ± 98[b]	486 ± 130[b]	380 ± 92	428 ± 114	423 ± 121	M, I[β]
Second toe	187 ± 48	230 ± 65[b]	253 ± 77[b]	264 ± 71[b]	237 ± 68	230 ± 76[c]	M, S, I[β]
Lateral toes	199 ± 67	180 ± 57	227 ± 51	273 ± 75[b]	221 ± 72	218 ± 72	M, I[β]

[a] *M* and *S* indicate significant main effects of movement and surface; *I* indicates a significant interaction between movement and surface. The type of interaction is marked by α (= ordinal) or β (= hybrid).
[b] Indicates significant differences in movement. Only differences compared to the normal run are presented.
[c] Indicates significant differences between surfaces.

V tabulce 1 jsou znázorněny střední hodnoty a směrodatné odchylky rozložení plantárních tlaků při typických fotbalových pohybech jako je běh (Run), klička (Cut), sprint (Sprint) a střelba (Kick). Je zde rozdělení naměřených hodnot na travnatém povrchu (Grass) a na antuce (Cinder). Písmena M (Movement = pohyby) a S (Surface = povrch) poukazují na významné rozdíly mezi povrchem. Písmeno I naznačuje významnou interakci mezi povrchem a pohybem. Typ interakce je označen jako α (pořadové číslo) a β (hybridní). Písmenem b jsou označeny významné rozdíly v pohybu a písmenem c je označen rozdíl v povrchu.

Další výzkum uskutečnili američtí vědci, kteří jej popsali v článku „Biomechanical loading in the triple jump“, v překladu „Biomechanický průběh trojskoku“. Kde popisuji, že trojskok je náročný soubor pohybů, které musí být důkladně propojeny a musí tolerovat extrémně vysoké nárazové síly, při zachování vysoké horizontální rychlosti. Tato studie byla navržena tak, aby objasnila mechanické vlastnosti a role neuromuskulární soustavy v trojskoku.

Výzkum byl prováděn na sedmi národních trojskokanech (4 muži, 3 ženy), kteří prováděli 3 - 6 skoků. Průměrné nejlepší skoky byly: 14,32m (muži) a 11,90m (ženy). Pro analýzu byly vybrány 3 nejlepší skoky. Čas kontaktu se zemí byl: 0,139s (hop), 0,157s (step) a 0,177s (jump). Největší reakční síla byla naměřena při posledním skoku (jump) a to 15,2x větší než tělesná hmotnost. Největší vrchol tlaku, byl zaznamenán pod patou a přední částí chodidla. Plantární tlak z boční strany přední části chodidla souvisí s délkou celkového skoku. Tento fakt je ovlivněn i rozdílem pohlaví, neboť všechny ženy měly naměřeny nejnižší hodnoty. Celkově studie zjišťuje, že oproti chůzi je v trojskoku maximální vertikální síla při nárazu až 10x vyšší a plantární tlak je 4x vyšší. Při měření byla použita frekvence 200 Hz, která nebyla zdaleka tak kvalitní a rychlá na to, aby zaznamenala skutečné vrcholové hodnoty (Perttunen, Kyrolainen, Komi, & Heinonen, 2000).

Tab. 2 – Maximální vertikální a horizontální reakční síly (Perttunen, Kyrolainen, Komi, & Heinonen, 2000).

Table 1. Maximal vertical (F_z), horizontal (F_y) and average resultant (F_r) ground reaction forces and their directions (mean ± *s*), with the direction denoting the angle of the average resultant force vector in the two phases

	Hop	Step	Jump
Max. braking F_z (N)	7945 ± 2985	10624 ± 2872	9056 ± 2639
Max. braking F_y (N)	3347 ± 1207	4973 ± 2967	4336 ± 932
Max. push-off F_z (N)	2535 ± 519	2680 ± 470	2491 ± 633
Max. push-off F_y (N)	440 ± 157	486 ± 86	358 ± 116
Av. braking F_r- BW (N)	2475 ± 384	3052 ± 459	2649 ± 560
Braking angle (°)	67.7 ± 2.1	71.0 ± 5.4	69.5 ± 3.3
Av. push-off F_r-BW (N)	1125 ± 259	1239 ± 203	1155 ± 405
Push-off angle (°)	76.1 ± 3.0	74.9 ± 1.3	78.6 ± 3.3

Abbreviation: BW = body weight.

V tabulce jsou znázorněny maximální vertikální (Fz) a horizontální (Fy) a průměrné výsledné síly (Fr). Reakční síly a jejich směrodatné odchylky (průměr ± SD). Z tabulky je možno vyčíst, že vertikální a horizontální reakční síly dosahují nejvyšších hodnot při druhém skoku (Step).

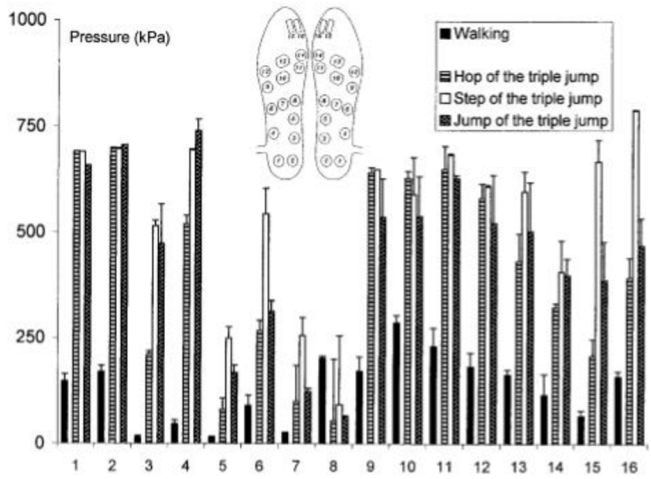


Fig. 2. Example of the peak pressures of the various sensors for one male jumper measured during the hop, step and jump phases of the triple jump and during walking. The missing standard deviation bars indicate that the signals exceeded the range of the sensors.

Obr. 18 – Rozdíl rozložení plantárního tlaku při chůzi a trojskoku (Perttunen, Kyrolainen, Komi, & Heinonen, 2000).

V obrázku 18 je vyobrazen příklad rozložení plantárního tlaku během trojskoku, tedy mezi jednotlivými fázemi trojskoku hop – step – jump ve srovnání s chůzí. Chůze je zaznačena černě, fáze hop je proužkovaná, fáze step je bílá a fáze jump je značena tečkovaně. Chybí zde směrodatná odchylka a to z toho důvodu, že signál přesáhl rozsah snímače. Během trojskoku byl naměřen nejvyšší plantární tlak pod patou a v přední části chodidla, na druhou stranu nejmenší tlak byl pod střední částí chodidla, tedy klenby. Celkově bylo zjištěno, že u trojskoku je vynaložen plantární tlak 4x vyšší než při normální chůzi.

1.3.3 Rozložení plantárního tlaku v důsledku únavy

V následujícím textu je popsán vliv únavy na rozložení plantárního tlaku. Cílem této studie bylo určit krátkodobé a dlouhodobé účinky únavy vyvolané systémem po dobu 30 -ti minut běhání o intenzitě 80% max. aerobní rychlosti na rozložení plantárního tlaku v chodidlech během chůze.

Výzkumu se zúčastnilo 11 studentů fakulty sportovních studií, kteří pravidelně sportovali a v průměru absolvovali 7 tréninkových jednotek za týden. Studie trvala celkově 2 týdny. Testované osoby byly měřeny vždy před výkonem (PRE-T), ihned po výkonu (POST-T) a 30 minut po výkonu (POST30-T). Ve studii byl zjištěn významný pokles tlaku a relativní impuls v oblasti paty a středu chodidla v důsledku 30 -ti minutové zátěže. 30 minut po výkonu tlak zůstal významně ovlivněn ve srovnání s pre-testem. Zatímco variabilita, délka a frekvence kroku zůstala nezměněna. Studie ukazuje krátkodobé i dlouhodobé plantární rozdíly tlaku způsobené únavou (Bisiaux & Moretto, 2008).

V tabulce níže jsou jasně čitelné změny v rozložení plantárního tlaku před zátěží, ihned po zátěži a 30 minut po zátěži. Jsou zde uvedeny naměřené průměry a směrodatné odchylky celkem v osmi oblastech nohy. Hvězdičkou jsou zaznačeny rozdíly mezi měřením před výkonem a bezprostředně po výkonu. Křížkem jsou zaznačeny rozdíly mezi měřením před výkonem a 30 minut po výkonu.

Tab. 3 – Rozdíl v rozložení plantárního tlaku před výkonem a po výkonu (Bisiaux & Moretto, 2008).

Mean of plantar pressure peak (in kPa), before (PRE-T), immediately after (POST-T) and 30-min (POST30) after the exercise that induced fatigue ($n = 11$)

	PRE-T, mean (S.D.)	POST-T, mean (S.D.)	POST30-T, mean (S.D.)
LH	134 ± 24	133 ± 12	135 ± 29
MH	154 ± 15	141 ± 09	136 ± 12†
LM	27 ± 12	27 ± 13	24 ± 11
MM	3 ± 1	1 ± 0*	1 ± 0†
M1	165 ± 15	152 ± 19	144 ± 15†
M2-3	190 ± 13	209 ± 24*	210 ± 07†
M4-5	137 ± 27	127 ± 25	125 ± 39
Hallux	129 ± 18	114 ± 11*	115 ± 13

Mean and standard deviation (S.D.); LH, lateral heel; MH, medial heel; LM, lateral midfoot; MM, medial midfoot; M1, first metatarsal head; M2-3, second and third metatarsal heads; M4-5, fourth and fifth metatarsal heads.

* Differences statistically significant between PRE-T *vs* POST-T ($P < 0.05$).

† Differences statistically significant between PRE-T *vs* POST30-T ($P < 0.05$).

Následující výzkum se zabývá studií vlivu únavy na rozložení plantárního tlaku. Autor porovnává účinek selektivně vyvolané únavy svalů dolních končetin na rozložení plantárního tlaku. Výzkumu se zúčastnilo 12 mužů, kteří absolvovali pre-test a poté samotný test. Součástí testu byl systém RS skenování dominantní nohy, po únavě invertor/evertor (InEv-F) nebo plantární dorsiflexor (PD-F) a měření maximálního tlaku. Rozdíly mezi závislými proměnnými byly vyhodnoceny po opakovaném měření obousměrným systémem ANOVA s Tukey HSD, což jsou testy potřebné pro analýzu kdy $p<0,05$. InEv-F a PD-F měli za následek zvýšení tlaku v přední části a poklesu tlaku pod palcem. InEv-F výrazně snížil tlak paty. Celkově bylo zjištěno, že oslabení svalů v důsledku únavy zvyšuje riziko úrazu a změny distribuce plantárního tlaku (Olivier, 2013).

Cílem další studie bylo zjistit, jak vysoké intenzitě běhu až do vyčerpání modifikací kotníkové flexe a dorsiflexe a námahou se unaví, stejně jako rozdělení plantárního tlaku u dospívajících běžců. Bylo testováno 11 běžců, kteří

absolvovali vyčerpávající běh na běžeckém pásu. Měření proběhlo před i po běhu. Izokinetický vrchol byl podobný před i po výkonu v obou svalových skupinách. Index únavy vzrostl v plantární flexi, ovšem v dorsiflexi ne. V rámci celého chodidla se střední tlak od 1 minuty výkonu snižoval, avšak střední část chodidla zvýšila tlak, tak jako i přední část chodidla a pod palcem (Fourchet, Kelly, Horobeanu, Loepelt, Taiar, & Millet, 2015).

Cílem následující studie bylo analyzovat běh před a po únavě na běžeckém pásu a na běžecké trati. Studie se zúčastnilo 27 rekreačních běžců (17 mužů a 10 žen), běželi na běžeckém pásu a na trati ve dvou různých rychlostech: S1=3,33 m/s a S2=4 m/s. Test se skládal z 30 – ti minutového běhu na 85% individuálního maxima. Během testu byla měřena doba kontaktu (CT v s), plantární tlak (PP v kPa) a relativní zátěž (RL v %). Opakovaným měřením se ukázalo, že běžci na běžeckém pásu mají tendenci zvyšovat CT (7,7% S1, 9,9% S2) a plantární tlak se snižuje PP (25,9% S1, 31,7% S2) a to zejména pod patou, v mediálních metatarzech a pod palcem. Kromě toho u obou skupin vedla únava (S2) ke snížení frekvence a snížení PP pod patou. Mezi dvěma povrchy a únavou nebyla žádná významná interakce. Je tedy třeba vzít v úvahu, že povrch nemá téměř žádný účinek na únavu (García-Pérez, Pérez-Soriano, Llana, Martínez-Nova, & Sánchez-Zuriaga, 2013).

1.4 Odrazový trénink

Odrazová (plyometrická) cvičení jsou vhodná pro zlepšení schopnosti využití výbušné síly. Odrazový trénink se skládá z velké části z plyometrických cvičení jako jsou výskoky, skoky z místa, seskoky z bedny na zem a opětovné výskoky na bednu. Zařazujeme zde i opakované seskoky a výskoky na bednu snožmo apod. Pokud se jedná o trénink výbušné síly, je potřeba zapojit i vrchní část těla, tedy zařadit cvičení jako jsou různé modifikace vrhů a odhodů míče či medicinbalu (Grasgruber & Cacek, 2008).

Ve specializaci volejbal je nutné maximalizovat výbušnou sílu. Vhodné je tedy použít výrazný protipohyb a maximálně využít energii, při dodržení dlouhé kontaktní doby. Zátěž je vhodné volit přiměřenou, aby umožnila selektivně

trénovat výbušnou sílu rychlých vláken, tedy volíme váhu odpovídající cca 20 – 30% maximální síly jedince (Grasgruber & Cacek, 2008).

Výbušná síla, která je pro odrazový trénink absolutně potřebná, je závislá na síle a rychlosti. Tedy nejefektivnější zlepšení výbušnosti je kombinace těžkého silového tréninku a lehkého výbušného cvičení, tato kombinace se nazývá tréninkem komplexním, který je charakteristický střídáním těžkých silových sérii (až 90% maxima jedince) a lehkých plyometrických a rychlostně-silových cvičení. Počet opakování je nízký a interval odpočinku je vysoký, co se týče počtu sérií, maximálně 10. Obecně se doporučuje trénink 2 – 3x týdně (Dovalil, 2012).

1.5 Specifika pohybu ve volejbale

Volejbal není příliš objemově fyzicky náročný, jako je fotbal, hokej nebo basketbal, ale po stránce technické a taktické patří k nejnáročnějším sportům vůbec. Základ pro volejbal je tvořen z běžných lokomočních pohybů, jako je běh a skok (Haník, 2008).

Co se týče biologických faktorů volejbalových hráčů, zmínila bych určitě faktory somatické. K charakteristickým volejbalovým faktorům ovlivňující výkon patří: hmotnost, výška, podíl tělesného tuku a somatotyp. Jelikož se hraje přes vysokou síť, je charakteristické, že jsou volejbalisté nadprůměrně vysocí (v průměru muži 195 – 200 cm, ženy 185 – 190 cm) a mají dlouhé končetiny. Tyto faktory mají obrovský význam při výskoku a hře na síti (Grasgruber & Cacek, 2008).

Když bych zkoumala věk vrcholových hráčů, tak bych se dopracovala k výsledku, že je zde velký věkový rozdíl. V praxi to znamená, že spolu v jednom týmu hrají hráči ve věku 18 let i hráči s věkem 33 let. U žen je tomu velice podobně. Tato informace dokazuje již zmíněný fakt, že ve volejbale převládá taktika a technika nad samotným fyzickým výkonem (Haník, 2008).

Ve volejbale je důležitý výskok, který je dán silovými schopnosti jedince. Dominuje zde výbušná síla dolních končetin, paží a trupu. Výbušnou sílu zde chápeme jako schopnost překonávat nemaximální odpor maximální rychlostí. Také je zde důležitá komplexní rychlost a rychlost reakční, která je tvořena cyklickými a acyklickými pohyby. Nelze opomenout, že ve volejbale jsou důležité

i dobře rozvinuté vytrvalostní, koordinační a především herní dovednosti (Haník, 2008).

1.5.1 Volejbalová obuv

Jelikož se volejbal hraje převážně v hale, tak jsou vhodnou obuví sálové tenisky, které jsou vyvinuty speciální technologii, tak aby co nejvíce chránily klenbu nožní a celé tělo před otřesy, nárazy a dopady. Při výběru vhodné obuvi je nejdůležitější pocit dokonalého padnutí, jelikož podešev by měla odpovídat anatomickému tvaru nohy. Volí se materiály ohebné, pružné, prodyšné a lehké (Mizuno, 2001). Nejznámější značkou, vyrábějící volejbalovou obuv jsou Mizuno a Asics. Obě společnosti jdou s moderní dobou, navzájem si konkurují a tím se ženou kupředu a vyrábějí kvalitnější a celkově lepší obuv. V následujících dvou obrázcích uvádím nejnovější modely zmiňovaných značek. Cenově vycházejí zhruba stejně, částka je okolo 3500 Kč.

Obr. 19 – Boty Mizuno (Mizuno, 2001) Obr. 20 – Boty Asics (Asics, 2015)

1.5.2 Vyšetření nohy ve volejbale

Nejen ve volejbale, ale i ve všech ostatních sportech je důležité, aby byla noha zdravotně v pořádku. S tím je tedy spojená pravidelná sportovní prohlídka, zátěžové testy a mimo jiné i vyšetření klenby sportovců. Ve volejbale na extraligové úrovni se často provádí předsezónní vyšetření chodidel, které zahrnuje: supinaci a pronaci hlezna, celkové vyšetření hlezna, tvar nohy (hodnotí se ze všech poloh), klenba nohy apod. Prohlídku dále nejčastěji doprovází statické vyšetření nohy na plantoskopu či plantografu, často se vyskytuje i speciální dynamické vyšetření stavu nožní klenby na plošině Emed (viz kapitola 1.3. Vyšetřovací metody analýzy nožní klenby).

1.5.3 Motorické testy ve volejbale

Díky motorickým testům lze zjistit, jaké má daný jedinec motorické schopnosti se srovnáním s jinými jedinci. Motorické schopnosti jsou vnitřní biologické předpoklady k pohybové činnosti. Jsou geneticky dané a je možnost dosáhnout určité úrovně, avšak tu již člověk nedokáže překonat (Zvonař, Vespalec, Kolářová, & Petr, 2011).

Ve volejbale se dvakrát ročně celostátně testuje mládež speciálními motorickými testy. Zde je výčet testů, převzato z (skkometapraha.cz, 2015).

- Měření výšky
- VSR - Dosah jednoruč s výskokem po smečařském rozběhu
- M1 – hod 1 kg medicinbalem z kleku – jednoruč
- SDM – Skok daleký z místa odrazem obounož
- K - test

Měření výšky

Zaměření: Změření výšky hráče bez sportovní obuvi

Materiál: Pásmo, stěna, přístroj na měření výšky, protokol.

Provedení: Hráči je změřena výška s přesností na 1 cm bez obuvi

Výsledek: Hráč má změřen svou výšku.

VSR – dosah jednoruč výskokem po smečařském rozběhu

Zaměření: Test výbušné síly extenzorů končetin (+ techniky spojení rozběhu a odrazu).

Materiál: Výskokoměr, protokol.

Provedení: Hráč provádí smečařský rozběh a odráží se v dosahu výskokoměru tak, aby natažená ruka byla co nejvýše. Měření se provádí proudově v celé testované skupině.

Výsledek: Nejlepší ze tří pokusů o nejvyšší dosah měřený s přesností na 1 cm.

M1 – hod medicinbalem z kleku jednoruč

Zamření: Test výbušné síly extenzorů horních končetin.

Materiál: Pásmo, protokol, žíněnka, 1 kg medicinbal.

Provedení: Hráč klečí na žíněnce s vyznačenou odhodovou čarou (0,5m od zadní hrany žíněnky), obě nohy za odhodovou čarou (postavení kolen je libovolné, ale obě kolena se musí dotýkat žíněnky). Hod se provádí jednoruč.

Výsledek: Nejdelší ze tří pokusů měřený s přesností na 1 – 2 cm

SDM – skok daleký z místa odrazem obounož

Zaměření: Test výbušné síly dolních končetin

Materiál: Pásmo, tyč pro stanovení výkonu na pásmu.

Provedení: Hráč stojí, mírný stoj rozkročný za čarou odrazu, provádí podřep se současným zášvihem paží a odráží se obounož s cílem skočit co nejdále.

Výsledek: Nejlepší ze tří pokusů, měřen s přesností 1 cm.

K – test

Zaměření: Lokomoční rychlost, obratnost.

Materiál: Speciální čas měřící zařízení, lepící páska, čtyři kužely.

Provedení: Hráč zahajuje start stisknutím tlačítka na startovací metě, která je umístěná 4,5 m od postranních čar. Běží postupně k metám č. 1 – 4. Na každé metě stiskne tlačítko a vrací se na startovací metu a tímto způsobem pokračuje až k poslední metě. Pokus končí stisknutím tlačítka na startovací metě po odběhnutí všech 4 met.

Výsledek: Test se provádí celkem dvakrát, výsledkem je nejlepší čas, měřený s přesností na 0,01 s.

Obr. 21 – Rychlostní K – test (skkometapraha.cz, 2015).

2 CÍLE, ÚKOLY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY PRÁCE

2.1 Cíle práce

Cílem mé práce je zjistit efekt odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku. Dílčím cílem je poukázat na rozdílnosti vynaložených plantárních tlaků, které jsou způsobeny odlišnou specializací u vybrané skupiny sportovců, kteří podstupují v přípravě odrazový trénink tedy v mém případě – volejbalistů. Dalším dílčím cílem je určit rozdíl rozložení tlaku díky lateralitě probandů.

2.2 Úkoly práce

Pro dosažení cílů je nutností provést následující úkoly:

U1: Teoreticky zpracovat zkoumanou problematiku.

U2: Oslovit trenéra týmu za účelem zjištění možnosti navázání spolupráce a domluvy termínů měření.

U3: Provést měření hráčů SK Volejbal Brno – kategorie junioři.

U4: Provést analýzu dat – zpracovat naměřená data.

U5: Porovnat jednotlivá měření a formulovat výsledky měření.

2.3 Výzkumné otázky

Vycházím z následujících výzkumných otázek:

VO1: Jaký vliv má odrazový trénink na změnu plantárního tlaku?

VO2: Je rozdíl mezi plantárním tlakem pravé a levé nohy?

VO3: Budou odlišné plantární tlaky v závislosti na postu ve volejbale?

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Metodologie řešení výzkumného problému

Práce byla podpořena projektem specifického výzkumu č. MUNI/A/1412/2015 „Vliv tréninkového zatížení na rozložení plantárního tlaku“. Jelikož je práce empirického charakteru, zvolili jsme metodu kvantitativního srovnání – měření. Výzkum srovnává data, která se týkají plantárního tlaku experimentální skupiny (hráčů volejbalu na vysoké výkonnostní úrovni).

3.2 Harmonogram výzkumu

Tab. 4 – Harmonogram výzkumu.

	PŘEDVÝZKUM	**VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ**		
čas	*listopad 2015*	*únor-březen 2016*	*březen-duben 2016*	*duben 2016*
metoda	prvotní měření systémem Pedar	měření experimentální skupiny	statistické vyhodnocení	analýza a interpretace dat
vzorek	2 respondentů	12 respondentů		

Předvýzkumem jsme začali již v listopadu roku 2015, kdy jsme uskutečnili první měření systémem Pedar. Měření se zúčastnili dva vybraní volejbalisté. V měsíci březnu se během jedné tréninkové jednotky absolvovala celkem dvě výzkumná měření probandů. V průběhu měsíce března a dubna bylo provedeno statistické vyhodnocení dat. V dubnu a květnu jsme vyhodnotili analýzu dat a interpretovali jsme výsledky.

3.3 Konceptuální rámec

Měřením systémem Pedar získáváme data o dynamice plantárního tlaku. Výzkumný design je dán experimentem definovaným pretestem, intervencí formou odrazového tréninku a posttestem. Závislé proměnné jsou charakteristiky plantárního tlaku, nezávislou proměnnou je tréninkový proces.

3.4 Charakteristika výzkumného souboru

Jako výzkumný soubor jsme zvolili tým juniorů SK Volejbal Brno (experimentální skupina), který hraje nejvyšší soutěž v České republice tedy extraligu. Tým tvoří celkem 16 hráčů, měření se zúčastnilo 12 hráčů. Experimentální skupina byla tedy určena záměrným výběrem.

3.4.1 Vstupní analýza probandů

Probandy jsme rozdělili do tří skupin dle postů, na kterých hrají. Probandi s číslem 2, 3 a 12 tvoří skupinu č. 1 – nahrávači. Skupina č. 2 je tvořena probandy, kteří hrají na postech smeč a universál, celkem jich je šest (probandi s čísly: 4, 5, 6, 8, 9, 11). Třetí skupinu tvoří celkem tři probandi, kteří mají specializaci blok (probandi 1, 7 a 10).

Dále jsme zjišťovali základní somatické údaje: výšku, hmotnost, dominantní ruku a nohu a určili jsme lateralitu.

V poslední řadě jsme získali informaci o vybraných motorických testech. Výsledky a přehled těchto testů jsou v kapitole přílohy.

Somatické faktory probandů

Jelikož se jedná o juniorské družstvo, jejich průměrný věk je 17,3 ± 0,9 let, kde nejstarší hráč – proband č. 6 má 19 let a nejmladší jsou probandi s číslem 3 a 1. V průměru dosahují výšky 188,5 ± 8,4 cm, což je lehce nad juniorským republikovým průměrem. Nejvyšším hráčem je jeden z nejmladších a to proband č. 1, který je na post blokaře se svými 198 cm naprosto vhodný. Nejmenší jsou oba nahrávači, kteří mají shodnou výšku 174 cm. Zajímavostí je výška týmového libera (proband č. 12), která dosahuje 184 cm, většinou právě libero bývá jedním z nejmenších hráčů. Průměrná hmotnost zkoumaných probandů je 82,6 ± 7,9 kg. V tabulce 5 je zřetelné, že jsou zde vysoké hmotnostní rozdíly. Nejtěžším ze skupiny měřených volejbalistů je již zmiňovaný nejmladší a nejvyšší proband č. 1. S rozdílem 27 kg má nejnižší tělesnou hmotnost proband č. 7. Oba probandi patří do třetí klasifikační skupiny – blokaři. Zde je viditelné, jak jsou oba blokaři somaticky rozdílní. Ostatní probandi se pohybují zhruba v naměřeném průměru tj.

82,6 kg. V následující tabulce je celkový přehled základních informací o probandech.

Tab. 5 – Základní informace o probandech.

Základní informace o probandech							
Proband	Post	Věk	Výška	Hmotnost	Lateralita	Odraz	Dominantní noha
1	B	16	198 cm	97 kg	Pravák	Levá	Pravá
2	N	17	174 cm	78 kg	Pravák	Levá	Pravá
3	N	16	174 cm	71 kg	Pravák	Levá	Pravá
4	S	18	193 cm	81 kg	Pravák	Levá	Pravá
5	S	17	196 cm	84 kg	Pravák	Levá	Pravá
6	U	19	189 cm	94 kg	Pravák	Levá	Pravá
7	B	18	194 cm	70 kg	Pravák	Levá	Pravá
8	S	16	188 cm	79 kg	Pravák	Levá	Pravá
9	S	18	194 cm	88 kg	Pravák	Levá	Pravá
10	B	17	192 cm	78 kg	Pravák	Levá	Pravá
11	U	18	197 cm	83 kg	Pravák	Levá	Pravá
12	L	18	184 cm	88 kg	Pravák	Levá	Levá
Průměr:		17,3	188,5	82,6	Pravá	Levá	Pravá
Sm. Odchylka:		0,9	8,4	7,9	-	-	-

Lateralita probandů

Co se týče laterality probandů, z tabulky 5 je čitelné, že všichni probandi jsou pravorucí. V praxi to znamená, že všichni mají dominantní pravou ruku a taky pomocí ní smečují, ovšem proband č. 1 a 11 nám během výzkumu oznámili, že mají dominantní ruku pravou, ale oba píšou levou rukou, což se může v běžné populaci vyskytovat. Tento jev se nazývá ambidextrie tedy nevyhraněnost, ta se projevuje tím, že jedinec neupřednostňuje ani jeden s párových orgánu (Zvonař, 2011).

Z hlediska motoriky jsme také sledovali projev laterality u tělesných orgánů a periferií – tedy vztah mezi horními a dolními končetinami. Lateralita se ve většině případů jeví, jako souhlasná. V praxi to znamená, že všichni námi

naměření probandi jsou praváci a mají dominantní pravou nohu, až na probanda č. 12, který má dominantní levou nohu. Lateralita dominantní nohy se testuje několika způsoby dle Zvonaře & Duvače, (2011).

- Testovaného necháme vyťukat rytmus do podlahy - provedeno dominantní končetinou.
- Testovaného necháme vsedě přehodit nohu přes nohu – dominantní noha je nahoře.

Jelikož se ve volejbale efektivně využívá odraz z obou noh, bylo pro probandy poměrně složité si uvědomit, která noha je dominantní. Pro určení laterality dolních končetin jsme tedy použily dva zmíněné testy na lateralitu.

Zranění probandů

V průběhu prvního měření jsme se probandů tázali, zda měli v minulosti zranění, nebo je dlouhodobě trápí nějaký zdravotní problém. Většina probandů žádné zranění v průběhu kariéry neměla. Avšak probandy s číslem 5 a 6 doprovázela v minulosti snad nejčastější volejbalové zranění, tedy opakované výrony levých kotníků, proband č. 1 měl v roce 2015 dokonce výron obou kotníků. Za zmínku stojí i méně časté zranění, jako je distorze holenní kosti, kterou prodělal proband č. 11.

V průběhu měření, při tréninkové jednotce si proband č. 4 poranil pravý kotník. Dle lékařského nálezu si hráč způsobil distorzi pravého hlezna, tj. je vymknutí pravého kotníku.

První týden po zranění byla noha fixována krátkou hlezennou ortézou, na kterou nedošlapoval. Druhý a třetí týden podstoupil fyzikální terapii ve formě vysokointenzitního laseru. Proband docházel na laser každodenně, nohu měl imobilizovanou ve vysoké hlezenní ortéze, se kterou mohl chodit a omezeně došlapovat za pomocí berlí. Samotné ozáření kotníku laserem trvalo 7 min, po té následovala 20 -ti minutová rehabilitace hlezenního kloubu a to z důvodu, aby svalstvo nezatuhlo a neochablo.

Po třech týdnech léčby, si zraněný nestěžoval na bolest, bez obtíží chodil a s pohyblivou ortézou hlezenního kloubu dokonce trénoval a účastnil se MČR Juniorů v Mikulově.

3.5 Metodika měření

Jako techniku sběru dat jsme použili exaktní měření. Data byla získána pomocí měřícího systému Pedar firmy Novel. Testování probíhalo v průběhu měsíců března, kdy zároveň vrcholila hlavní volejbalová soutěž juniorů v ČR. Zkoumaní hráči a hlavně jejich hlavní trenér PaedDr. Jaroslav Šamšula souhlasili s použitím získaných dat pro výzkumné účely a realizaci této diplomové práce.

Měření proběhlo v areálu Mendelovy Univerzity v Brně, kde mladí volejbalisté trénují.

Systém Pedar

Tento mobilní systém se vždy používal dle doporučení. Již několikrát zmiňovaná společnost Novel, která je dominantním výrobcem systému Pedar, Emed a dalších plantografických přístrojů pro měření chodidel vlastní i své speciální softwary. Jeden z nich se nazývá „pedoport software“, umožňuje dlouhodobé sledování síly nebo tlaku po několik hodin. Také provádí efektivní analýzu při přetížení určité úrovně síly. Pedar® biofeedback je jednotkou, jež dává signál zpětné vazby v reálném čase, pokud je překročena určitá síla nebo tlak prahových hodnot (Novel, The pedar.system, 2014).

Technické parametry Pedar®-xf systému:

Rozměry:	150 x 100 x 40 mm
Hmotnost:	400 g
Počet senzorů:	256 (až 1024)
Snímkovací frekvence:	20.000 senzorů/s
Typ úložiště:	2 GB SD karta
Počítačové typ:	Optická vlákna/ USB / Bluetooth®
Operační systém:	Windows 7,8
Napájení:	NIMh baterie

Technické parametry Pedar® vložek do bot:

Velikost boty:	22 – 49 (Evropské číslování), 3 šířky
Tloušťka:	1,9 mm

Počet senzorů:	85 – 99
Rozsah tlaku:	15 – 600 kPa
Hystereze:	<7 %
Rozlišení:	2,5 nebo 5 kPa
Kompenzace teploty:	<0,5 kPa/K
Min. poloměr pohybu:	20 mm

Technika sběru dat

Samotnému výzkumnému šetření předcházel předvýzkum, který jsme realizovali v listopadu 2015. Provedli jsme ověření systému Pedar na vybraných 2 volejbalistech, stanovili jsme měřící postup. Probandi byli informováni o způsobu měření a poté absolvovali šest cca 20 m úseků různými způsoby chůze:

1. přirozená chůze,
2. chůze s fixovaným pravým kolenem,
3. chůze s fixovaným levým kolenem,
4. chůze se zátěží o hmotnosti 3 kg v pravé ruce,
5. chůze se zátěží o hmotnosti 3 kg v levé ruce,
6. rychlá chůze

Na základě předvýzkumu jsme definované způsoby chůze použili pro experimentální skupinu.

Průběh měření

Měření proběhlo v březnu v odpoledních hodinách v tělocvičně Jana Babáka v Brně. Volejbalisté měli za sebou týdenní soustředění v Trenčíně. Náplní absolvovaného soustředění byl rozvoj plyometrie a silově - rychlostních schopností hráčů, ale také technické a taktické prvky, které jsou nedílnou součástí volejbalových dovedností. Hráči trénovali dvoufázově, kdy první fáze byla zaměřena na kondiční přípravu a druhá odpolední fáze byla charakteru speciálních technických volejbalových dovedností. Bylo změřeno celkem 12 testovaných osob. Analýza jednoho probanda nám časově zabrala v průměru 5 – 6 min. V tomto celkovém čase byly zahrnuty následující proměnné:

- Příprava na měření

- Vstupní diagnostika hráče
- Samotné měření
- Závěrečná část měření

Nejprve se zjišťovala velikost chodidla probanda, po té proběhla příprava daných vložek do bot, nasazení pásu, kde byl umístěn přístroj a nakonec se ke stehnům gumičkami připevnili dráty, jež vedli od vložek až k přístroji u pasu. V průběhu této přípravy jsme zjišťovali, na jakém postu hráči hrají a jaký je jejich věk, výška, tělesná hmotnost a pokud mají za sebou již nějaká zranění. Také jsme se tázali na jejich lateralitu.

Po této vstupní diagnostice hráče a přípravě na měření, jsme se přesunuli ke kroku č. 3 – samotné měření. Probandi chodili celkem 6 různých variací chůze, na šíři tělocvičny o délce 20 -ti metrů. Každou variaci šli 1x. Jednalo se o již zmíněné variace. První variace byla obyčejná chůze, druhá variace byla simulace kulhání. Prvně si hráči představovali, že mají zafixovanou pravou nohu a po té si představovali, že mají zafixovanou levou nohu. Čtvrtá variace byla chůze se zátěží o hmotnosti 3 kg v pravé ruce a pátá, chůze se zátěží o hmotnosti 3 kg v levé ruce. Poslední – šestou variací byla rychlá chůze.

V závěrečné fázi měření jsme sundali přístroj z pásu a vyndali jsme vložky z bot. Tímto skončila první fáze měření.

Druhá fáze měření proběhla ve stejný den ihned po tréninku. Kdy hráči absolvovali trénink kondičního charakteru v hale se zaměřením na plyometrická cvičení a odrazy. Tréninková jednotka trvala 90 min, na začátku se hráči volně rozklusali, dynamicky se rozcvičili a udělali běžeckou abecedu. Hlavní část tréninku byla zaměřena na plyometrická cvičení, tedy různé přeskoky přes překážky, skoky do dálky snožmo, výskoky na bednu, odhody obouruč apod. Trénink byl zakončen dvaceti minutovou hrou a následným vyklusáním. Celá tréninková jednotka je podrobně popsána v kapitole přílohy.

Měření se zúčastnilo 12 hráčů totožných s prvním měřením. Tato fáze byla poněkud rychlejší, jelikož jsme vynechali vstupní diagnostiku hráče, jinak měření probíhalo shodně s prvním měřením.

3.6 Charakteristika tréninkového plánu výzkumného souboru

Juniorský tým SK Volejbal Brno má kromě hlavní trenéra PaedDr. Jaroslava Šamšuly také kondičního trenéra Mgr. Jána Namešanského, který nám poskytl jejich tréninkový plán soutěžního období (měsíc únor, březen a duben). Celá příprava obecně směřovala k jednomu hlavnímu cíli a to bylo Mistrovství České republiky juniorů, které proběhlo 14. – 17. 4. 2016 v Mikulově.

Ve zmiňovaném období měli junioři pouze dvě mistrovská utkání a to poslední víkend v únoru. Na konci března se zúčastnili dvoudenního turnaje v Novém Mestě nad Váhom a první týden v dubnu absolvovali dva přípravné zápasy.

3.6.1 Charakteristika tréninků

Průměrně hráči absolvovali 6 tréninků týdně, při tom nejvíce tréninků bylo 2., 3. a 4. týden v únoru a v 2., 3. a 4. týden v březnu. V každém z těchto týdnů hráči absolvovali 7 až 8 tréninků, z nichž dva byli kondičního charakteru (vždy v pondělí a středu). Vždy první týden v měsíci byl tzv. přechodný, kdy hráči absolvovali pouze tři herní tréninky a jeden kondiční trénink. Herní volejbalový trénink je v soutěžním období nejdůležitější.

Herní trénink

Herní trénink volejbalistů v soutěžním období má většinou stejnou podstatu. Je potřeba se zaměřit na chyby, které se projevují v utkání. Využívají se herní cvičení jednotlivce, technika odbitím průpravné modifikované hry (zrychlená hra, preference hráčů při zakončení). Tento typ tréninku může být také například přátelské utkání.

Trénink začíná zahřátím organismu, dynamickým rozcvičení svalů a vždy nějakou průpravnou hrou. Po té následuje rozcvičení s míčem ve dvojicích a následné rozcvičení na síti. Postupně se přistupuje k volejbalovým herním a technickým činnostem. Probíhá nácvik a zdokonalení různých herních situací, kdy se zapojuje většina hráčů. Jedná se o typické herní činnosti jednotlivce jako je příjem, nahrávka, smeč, blok apod. Trénink je ve většině případů zakončen krátkou hrou a následným zklidněním organismu.

Kondiční trénink

Díky kondici a fyzické připravenosti dosahujeme u hráčů nespecifického všestranného tělesného rozvoje, zvyšuje se zatížitelnost hráčů, což znamená, že umožňuje efektivně využívat potřebnou velikost zatížení v tréninku a tím se vyrovnat se soutěžním zatížením. Rozvíjí se specifické motorické schopnosti, které mohou využít v herních činnostech. V neposlední řadě se díky kondičnímu tréninku předchází zraněním a svalovým dysbalancím, proto jsou častou náplní kondičního tréninku i kompenzační cvičení a cvičení na hluboké stabilizační svalstvo (Haník, 2008).

Jak je zmíněno v předešlém textu, volejbalisté absolvovali kondiční trénink 2x týdně, tyto tréninky volejbalistů Brna mají dvě podoby. Vždy jsou silového charakteru a zaměřují se jak na všestranný rozvoj hráče, tak i na rychlost, koordinaci a v neposlední řadě na plyometrická cvičení. Jedná se o:

- Kondiční trénink v posilovně (KT posil)
- Kondiční trénink v hale (KT hala)

Kondiční trénink v posilovně probíhal záměrně vždy v pondělí, kdy byli hráči odpočatí po dvou dnech volna. Obecně tento trénink zahrnuje lehké zahřátí organismu a dynamický strečink. Vždy jsou v úvodní části tréninku zařazeny cviky na zpevnění těla. Následuje hlavní část tréninku, kde jsou zařazeny cvičení na výbušnost a odrazy. Většinou se jedná o speciální trénink, vychází se z pohybů, které jsou specifické pro herní výkon ve volejbale (nejčastější zapojené svalové skupiny, polohy, kde se pohyby uskutečňují apod.). V závěrečné části tréninku probíhá zklidnění organismu. Kondiční trenér zkoumaných volejbalistů používá zejména metodu kontrastní, která je založena na principu střídání těžké a pomalé excentrické zátěže s lehkým a rychlým explozivním cvikem. Příkladem pro kontrastní metodu dolních končetin je cvik A: Dřep s činkou (cca s 40 – 60% max.) s kombinací cviku B: Poskoky 10 – 20 cm. Při dodržení počtu opakování 4 – 6x a počtu sérií 2 – 4, interval odpočinku mezi sériemi cca 2min. Názorný příklad celého tréninku kontrastní metodou přikládám v příloze č. 3.

Kondiční trénink v hale probíhal ve středu dopoledne. Náplní tohoto typu tréninku je zlepšení explozivní síly, rychlosti a celkové koordinace pohybu. Kondiční trenér volejbalistů volí různá cvičení na zlepšení koordinace, rychlosti a síly. Občas, pro zpestření tréninků dokonce zařazuje i tzv. HIIT tréninky, které jsou momentálně ve sportovním odvětví moderní a velmi oblíbené. V těchto typech tréninku jsou cviky na explozivní sílu dolních a horních končetin, proto jde o kombinaci různých skoků a kotníkových poskoků s přebíháním žebříku či házením medicinbalem apod. Velkou část těchto tréninků tvoří i prvky Core, což jsou cviky zaměřeny na hluboké stabilizační svalstvo. Příklad typického kondičního tréninku v hale juniorů SK Volejbal Brno přikládám v příloze.

3.7 Způsob zpracování a vyhodnocení dat

Měřením systémem Pedar a použitím jeho sofistikovaného softwaru je možné získat velké množství údajů o chodidle, různé fyzikální veličiny, grafy, 2D i 3D obrázky, které indikují přesné rozložení tlaků jednotlivých částí chodidla. Data získaná z měření lze také převést do číselného formátu v programu Excel. Námi sledované parametry jsou popsány v následujících kapitolách.

3.7.1 Sledované parametry

Po ukončení měření pomocí systému Pedar jsme z dat vyexportovali txt soubor ve formátu csv, se kterými jsme pomocí naprogramované funkce v jazyce R vyextrahovali následující proměnné:

Tab. 6 – Popis proměnných.

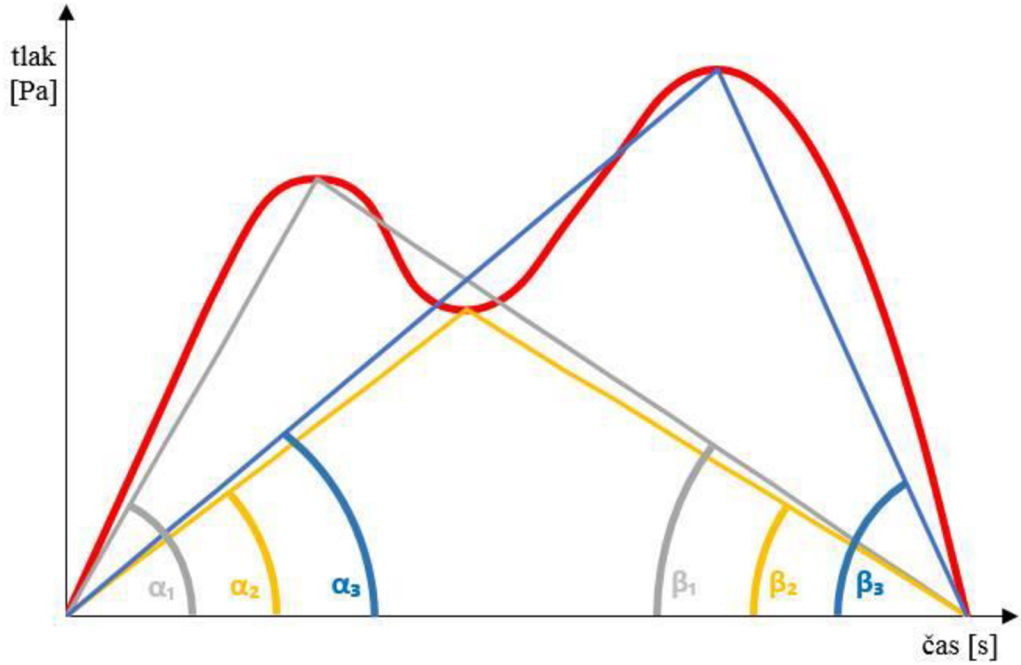
Measurement	Měření (1. pretest nebo 2. posttest)
Step	Identifikace kroku
Leg	Identifikace nohy (R - pravá, L - levá)
Step,duration	Trvání kroku v ms Čas strávený na odrazu s kontaktem se zemí
Mean/kg	Průměrné hodnoty tlaků v daném kroku
N	Počet všech kroků v měření
Max1/kg	Hodnota 1. lokálního maxima (v oporové fázi kroku)
Max2/kg	Hodnota 2. lokálního maxima (v odrazové fázi kroku)
Min/kg	Hodnota lokálního minima
T1	Doba trvání od počátku kroku k 1. lokálnímu maximu (čas nástupu oporová fáze)

T2	1. lokální max. až lokální minimum
T3	Lokální minimum až 2. lokální maximum (čas nástupu k maximálnímu tlaku v okamžiku odrazu)
T4	2. lokální maximum až konec kroku
T5	Doba mezi dvěma po sobě jdoucími kroky (swing fáze)
tan,alfa1	Úhel svírající úsečky z počátku kroku k lokálnímu max. a min.
tan,alfa2	Úhel svírající úsečky z počátku kroku k lokálnímu max. a min..
tan,alfa3	Úhel svírající úsečky z počátku kroku k lokálnímu max. a min.
tan,beta1	Úhel svírající úsečky z konce kroku k lokálnímu max. a min.
tan,beta2	Úhel svírající úsečky z konce kroku k lokálnímu max. a min.
tan,beta3	Úhel svírající úsečky z konce kroku k lokálnímu max. a min.
S1/kg	Obsah plochy od počátku kroku k 1. lokálnímu maximu
S2/kg	Obsah plochy od 1. lokálnímu max. k lokálnímu min
S3/kg	Obsah plochy od minima ke 2. lokálnímu max.
S4/kg	Obsah plochy od 2. lokálního maxima ke konci kroku
S5/kg	Celkový obsah plochy

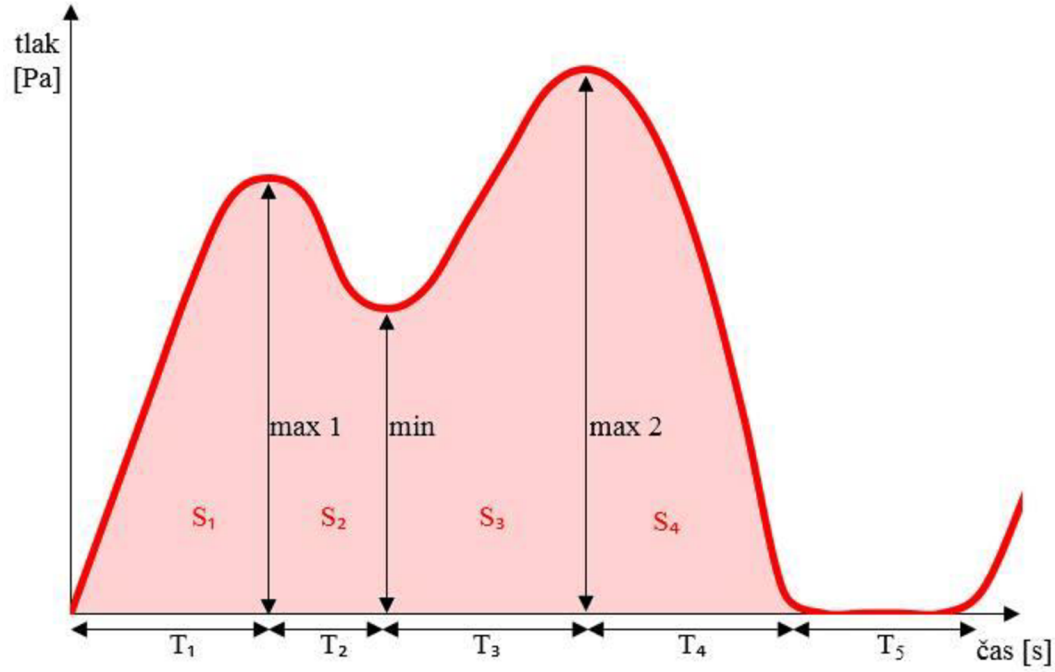
Na původních datech byla pro každý krok spočítána: doba kontaktu s podložkou, doba trvání a plocha jednotlivých částí kroku, průměrné hodnoty tlaků, průměrné hodnoty lokálního maxima 1 a 2 a minima.

Další charakteristiky jsou počítány pro řádkové průměry, tj. pro průměrné hodnoty tlaků v jednotlivých časových okamžicích, hodnoty lokálních maxim a minima, doba trvání od počátku kroku k 1. lokálnímu maximu (T1), 1. lokální maximum až lokální minimum (T2), minimum až 2. lokální maximum (T3), 2. lokální maximum až konec kroku (T4), doba mezi dvěma po sobě jdoucími kroky (T5), dále úhly, které svírá vodorovná osa s úsečkami vedoucími z počátku kroku k lokálním maximům a minimu (tan.alfa1, tan.alfa2, tan.alfa3) a s úsečkami vedoucími z konce kroku k lokálním maximům a minimu (tan.beta1, tan.beta2 a tan.beta3), dále obsahy ploch pod křivkami průměrných hodnot tlaků, které jsou rozděleny časovými okamžiky od: počátku kroku k 1. lokálnímu maximu (S1), 1. lokálního maxima k lokálnímu minimu (S2), minima ke 2. lokálnímu maximu (S3), 2. lokálního maxima ke konci kroku (S4) a celkový obsah (S5).

V obrázku 22 je graficky znázorněn průběh celého kroku. Na ose x je znázorněn čas a na ose y je znázorněn tlak. Výsledná vlnovka kroku je propojena úsečkami, které svírají úhly z počátku kroku k lokálnímu maximu a minimu ($\alpha 1$, $\alpha 2$, $\alpha 3$) a úhly s úsečkami vedoucí z konce kroku k lokálnímu maximu a minimu ($\beta 1$, $\beta 2$, $\beta 3$).



Obr. 22 – Graf závislosti plantárního tlaku na čase při běžném kroku I.



Obr. 23 – Graf závislosti plantárního tlaku na čase při běžném kroku II.

V obrázku 23 je pomocí grafu znázorněna vlnovka běžného kroku, jsou zde vyznačeny obě maxima i minima kroku. Znázorněna je i délka jednotlivých částí kroku v čase, T1 je doba od začátku kroku k prvnímu maximum. T2 je doba od prvního maxima k prvnímu minimu, T3 je doba od prvního minima k druhému

maximu, T4 je doba od druhého maxima až ke konci kroku a T5 je doba mezi po sobě jdoucími kroky. Také je zde znázorněna plocha jednotlivých částí kroku. S1, S2, S3 a S4.

3.7.2 Statistické zpracování dat

V diplomové práci jsme zvolili hladinu statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Nejprve jsme provedli výpočet základních statistických charakteristik. Testy normality zamítly hypotézu o normalitě u všech proměnných, proto jsme použili neparametrické testy jako Mann-Whitneyův t-test a Kruskal-Wallisovu analýzu rozptylu. Pro zjištění věcné významnosti rozdílu jsme použili Cohenův *d* koeficient a η^2 (eta squared). Pro koeficienty věcné významnosti používáme intervaly pro hodnocení efektu:

- $d = 0,20$ malý efekt; $d = 0,50$ střední efekt; $d = 0,80$ velký efekt
- $\eta^2 < 0,01$ malý efekt; $\eta^2 = 0,06$ střední efekt; $\eta^2 > 0,14$ velký efekt

3.7.3 Limity výzkumu

Množství dat umožňuje provést velice podrobné statistické analýzy. Zejména porovnat intraindividuálně rozdíly ve sledovaných parametrech u každého probanda a pomoci tak s diagnostikou symetrického zatížení nohy zúčastněných testovaných osob. Tuto analýzu je možné provést ve výzkumném designu:

- rozdíly mezi posty: v diplomové práci realizováno
- rozdíly mezi věkovými skupinami: experimentální skupina je dostatečně homogenní, proto neprovádíme
- kombinace libovolné interakce z grupovacích proměnných (měření, levá/pravá noha, post, věk): Vzhledem k situaci, kdy při rozdělení do dílčích skupin dosáhneme velmi malých četností zkoumaných objektů, již tyto analýzy neprovádíme.

Zároveň je to inspirace pro další výzkumné studie, které mohou navázat na naši práci.

4 VÝSLEDKY

V následující kapitole jsou provedeny výpočty, které pomohou odpovědět na výzkumné otázky:

- VO1: Jaký vliv má odrazový trénink na změnu plantárního tlaku?
- VO2: Je rozdíl mezi plantárním tlakem pravé a levé nohy?
- VO3: Budou odlišné plantární tlaky v závislosti na postu ve volejbale?

4.1 VO1: Jaký vliv má odrazový trénink na změnu plantárního tlaku?

V následující tabulce 7 jsou popsány základní statistické charakteristiky u sledovaných proměnných, ze kterých jsou provedeny další výpočty. V tabulce se pracuje s proměnnými, které jsou podrobněji vysvětleny v předchozí kapitole.

Tab. 7 – Základní statistické charakteristiky

měření	step duration průměr	step duration N	step duration Sm.odch.	sum průměr	sum N	sum Sm.odch.
1	0,646782	174	0,055973	198113,7	174	31618,67
2	0,655165	182	0,043983	211315,9	182	34904,52
Vše	0,651067	356	0,050306	204863,1	356	33941,83
měření	max1 průměr	max1 N	max1 Sm.odch.	max2 průměr	max2 N	max2 Sm.odch.
1	40,3184	174	5,517899	45,30172	174	5,027193
2	42,45588	182	6,462689	46,35558	182	4,928216
Vše	41,41115	356	6,105527	45,84049	356	4,997738
měření	min průměr	min N	min Sm.odch.	T1 průměr	T1 N	T1 Sm.odch.
1	21,49167	174	5,420014	0,126609	174	0,026238
2	24,00614	182	5,506009	0,133846	182	0,020693
Vše	22,77715	356	5,599745	0,130309	356	0,023811
měření	T2 průměr	T2 N	T2 Sm.odch.	T3 průměr	T3 N	T3 Sm.odch.
1	0,175575	174	0,03194	0,225287	174	0,029124
2	0,173516	182	0,031338	0,221374	182	0,032970
Vše	0,174522	356	0,031606	0,223287	356	0,031168
měření	T4 průměr	T4 N	T4 Sm.odch.	T5 průměr	T5 N	T5 Sm.odch.
1	0,11931	174	0,017054	0,460345	174	0,027495
2	0,126429	182	0,015010	0,463132	182	0,021736
Vše	0,122949	356	0,016410	0,46177	356	0,024723

měření	tan,alfa1 průměr	tan,alfa1 N	tan,alfa1 Sm.odch.	tan,alfa2 průměr	tan,alfa2 N	tan,alfa2 Sm.odch.
1	335,9462	174	99,79388	71,19714	174	14,93685
2	327,9963	182	84,37182	78,15970	182	15,89216
Vše	331,8819	356	92,18727	74,75665	356	15,80014
měření	tan,alfa3 průměr	tan,alfa3 N	tan,alfa3 Sm.odch.	tan,beta1 průměr	tan,beta1 N	tan,beta1 Sm.odch.
1	86,54024	174	11,99175	78,05209	174	12,90718
2	87,85559	182	9,12667	81,86916	182	14,09846
Vše	87,21269	356	10,62925	80,00351	356	13,64477
měření	tan,beta2 průměr	tan,beta2 N	tan,beta2 Sm.odch.	tan,beta3 průměr	tan,beta3 N	tan,beta3 Sm.odch.
1	62,2505	174	13,64198	388,4632	174	73,85744
2	69,08932	182	14,16166	371,505	182	56,72777
Vše	65,74675	356	14,30615	379,7935	356	66,11447
měření	S1 průměr	S1 N	S1 Sm.odch.	S2 Průměr	S2 N	S2 Sm.odch.
1	3,410799	174	0,887157	5,067264	174	1,327843
2	3,792374	182	0,801347	5,34	182	1,459942
Vše	3,605874	356	0,864546	5,206697	356	1,401643
měření	S3 průměr	S3 N	S3 Sm.odch.	S4 průměr	S4 N	S4 Sm.odch.
1	7,003868	174	1,478984	3,330454	174	0,603164
2	7,298819	182	1,708726	3,652275	182	0,672817
Vše	7,154657	356	1,605125	3,49498	356	0,658823
měření	S5 průměr	S5 N	S5 Sm.odch.			
1	19,65324	174	3,165774			
2	20,96929	182	3,488206			
Vše	20,32605	356	3,394374			

T - Test

Testy normality (Kolmogorov-Smirnovovův a Shapiro-Wilksův) u všech proměnných zamítly hypotézu o normalitě. Proto používáme neparametrický T-test na zjištění statisticky významného rozdílu mezi prvním a druhým měřením doplněný o koeficient věcné významnosti (Cohenovo d) a Mann-Whitneyův U Test. Znaménko minus u Cohenova *d* značí zvýšení dané proměnné mezi 1. a 2. měřením ve smyslu změny absolutní hodnoty sledované proměnné.

Tab. 8 – Rozdíl mezi prvním a druhým měřením s různými proměnnými.

	Sčt poř. skup. 1	Sčt poř. skup. 2	U	p-hodn.	Cohen d	N platn. skup. 1	N platn. skup. 2
step,duration	28735,50	34810,50	13510,50	0,016699	**-0,17**	174	182
sum	26869,50	36676,50	11644,50	0,000016	**-0,40**	174	182
max1	27746,00	35800,00	12521,00	0,000643	**-0,35**	174	182
max2	29405,00	34141,00	14180,00	0,088469	**-0,21**	174	182
min	26484,50	37061,50	11259,50	0,000002	**-0,46**	174	182
T1	27714,00	35832,00	12489,00	0,000570	**-0,31**	174	182
T2	31521,00	32025,00	15372,00	0,634456	**0,06**	174	182
T3	32611,00	30935,00	14282,00	0,109945	**0,13**	174	182
T4	26807,50	36738,50	11582,50	0,000012	**-0,44**	174	182
T5	28645,50	34900,50	13420,50	0,012919	**-0,11**	174	182
tan,alfa1	31196,50	32349,50	15696,50	0,887755	**0,09**	174	182
tan,alfa2	26827,00	36719,00	11602,00	0,000013	**-0,45**	174	182
tan,alfa3	30483,00	33063,00	15258,00	0,553239	**-0,12**	174	182
tan,beta1	28614,00	34932,00	13389,00	0,011787	**-0,28**	174	182
tan,beta2	26322,00	37224,00	11097,00	0,000001	**-0,49**	174	182
tan,beta3	33485,50	30060,50	13407,50	0,012441	**0,26**	174	182
S1	26453,00	37093,00	11228,00	0,000002	**-0,45**	174	182
S2	29389,50	34156,50	14164,50	0,085524	**-0,19**	174	182
S3	29958,00	33588,00	14733,00	0,256880	**-0,18**	174	182
S4	26737,50	36808,50	11512,50	0,000009	**-0,50**	174	182
S5	26866,50	36679,50	11641,50	0,000016	**-0,39**	174	182
mean/kg	27338,00	36208,00	12113,00	0,000127	**-0,45**	174	182
sum/kg	26613,00	36933,00	11388,00	0,000005	**-0,55**	174	182
max1/kg	27731,00	35815,00	12506,00	0,000608	**-0,38**	174	182
max2/kg	29708,00	33838,00	14483,00	0,164116	**-0,23**	174	182
min/kg	26291,00	37255,00	11066,00	0,000001	**-0,54**	174	182
S1/kg	25861,50	37684,50	10636,50	0,000000	**-0,53**	174	182
S2/kg	29555,00	33991,00	14330,00	0,121384	**-0,20**	174	182
S3/kg	30042,00	33504,00	14817,00	0,294982	**-0,20**	174	182
S4/kg	26422,50	37123,50	11197,50	0,000002	**-0,48**	174	182
S5/kg	26625,00	36921,00	11400,00	0,000005	**-0,55**	174	182

V tabulce 8 jsou červeně označeny proměnné, u kterých došlo ke statisticky významné změně na 5 % hladině statistické významnosti.

4.2 VO2: Je rozdíl mezi plantárním tlakem pravé a levé nohy?

Tuto analýzu provedeme intraindividuálně mezi jednotlivými respondenty zvlášť. Výsledkem je tabulka 9, kde křížek u sledované TO značí statisticky významný rozdíl mezi pravou a levou nohou. Statisticky významný rozdíl byl proveden neparametrickým Mann-Whitneyovým t-testem. U testovaných osob můžeme pozorovat možný budoucí zdravotní problém, způsobený přetížením jedné nohy nebo dominantním používáním jedné strany těla, resp. nedostatečnou kompenzovanou dysbalancí. Taková informace pak může sloužit trenérům či týmovým zdravotníkům v rámci prevence jako nástroj, který mohou využít pro předcházení zranění apod.

Tab. 9 – Rozdíly mezi pravou a levou nohou TO.

	TO												Počet rozdílů
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
step,duration				X			X					X	3
Mean				X			X	X			X	X	5
Sum				X		X	X	X					4
max1					X		X					X	3
max2			X	X		X	X		X		X	X	7
Min	X	X	X	X			X	X				X	7
T1	X	X	X	X									4
T2		X		X									2
T3													0
T4		X		X			X		X			X	5
T5				X			X		X			X	4
tan,alfa1		X	X				X					X	4
tan,alfa2		X	X	X			X	X				X	6
tan,alfa3			X	X		X	X						4
tan,beta1					X		X			X		X	4
tan,beta2	X	X	X	X				X				X	6
tan,beta3	X	X	X	X					X				5
S1	X			X			X			X		X	5
S2				X	X								2
S3				X		X	X	X			X		5
S4						X	X	X				X	4
S5				X		X	X	X					4
Počet rozdílů	5	8	8	17	3	6	16	8	4	2	3	13	

V tabulce 9 jsou modře znázorněny testované osoby, které uvedly v minulosti jakékoliv zranění dolní končetiny. Červeně je zvýrazněn proband, který se po prvním měření zranil. Zde je jasně čitelné, že statisticky významný

rozdíl mezi pravou a levou nohu je u TO 4 naprosto nejvyšší. Ostatní v minulosti zraněné TO mají paradoxně malý počet statisticky významných rozdílů, tato informace může být dána tím, že doléčili své zranění adekvátním způsobem.

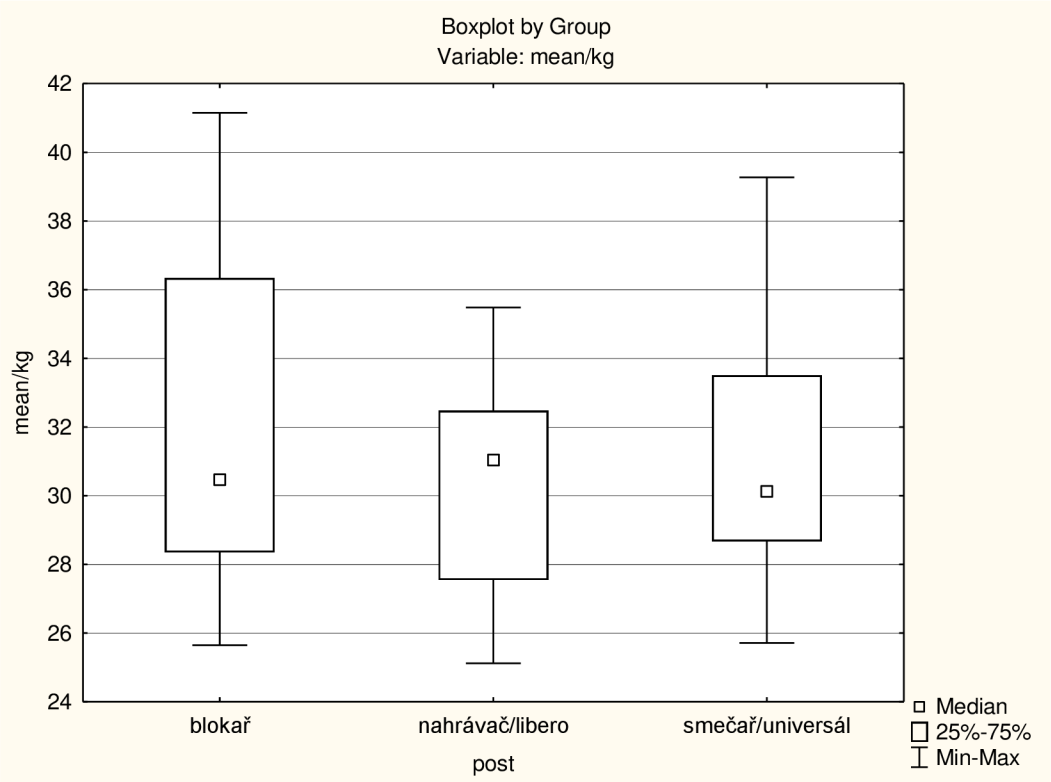
Z pohledu proměnných bylo nejméně rozdílů zjištěno v T3, což je čas nástupu k maximálnímu tlaku v okamžiku odrazu ve fázi od lokálního minia až k druhému lokálnímu maximu. Tato proměnná je pro naši analýzu z tohoto pohledu nejstabilnější. Naopak proměnná s nejmenší stabilitou je max1, což je hodnota prvního lokálního maxima v oporové fázi kroku. A se stejným počtem rozdílů je i min, což je hodnota lokálního minima.

4.3 VO3: Budou odlišné plantární tlaky v závislosti na postu ve volejbale?

Rozdíly mezi jednotlivými posty testujeme pomocí neparametrické Kruskall-Wallisovy analýzy rozptylu. Pokud zamítneme hypotézu o rovnosti mediánů na 5% hladině statistické významnosti, provedeme pomocí p-porovnání zjištění, mezi kterými posty došlo k statisticky významné změně. Výpočty doprovází krabicové grafy znázorňující rozdíly mezi posty ve sledovaných proměnných. Výsledky jsou poté shrnuty na konci podkapitoly.

Tab. 10 – Rozdíly mezi posty dle průměrných hodnot.

Depend.: mean/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; mean/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =2,215085 p =,3304			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
Blokař	1	88	16197,00	184,0568
Nahrávač/libero	7	92	15159,00	164,7717
Smečař/universál	9	176	32190,00	182,8977



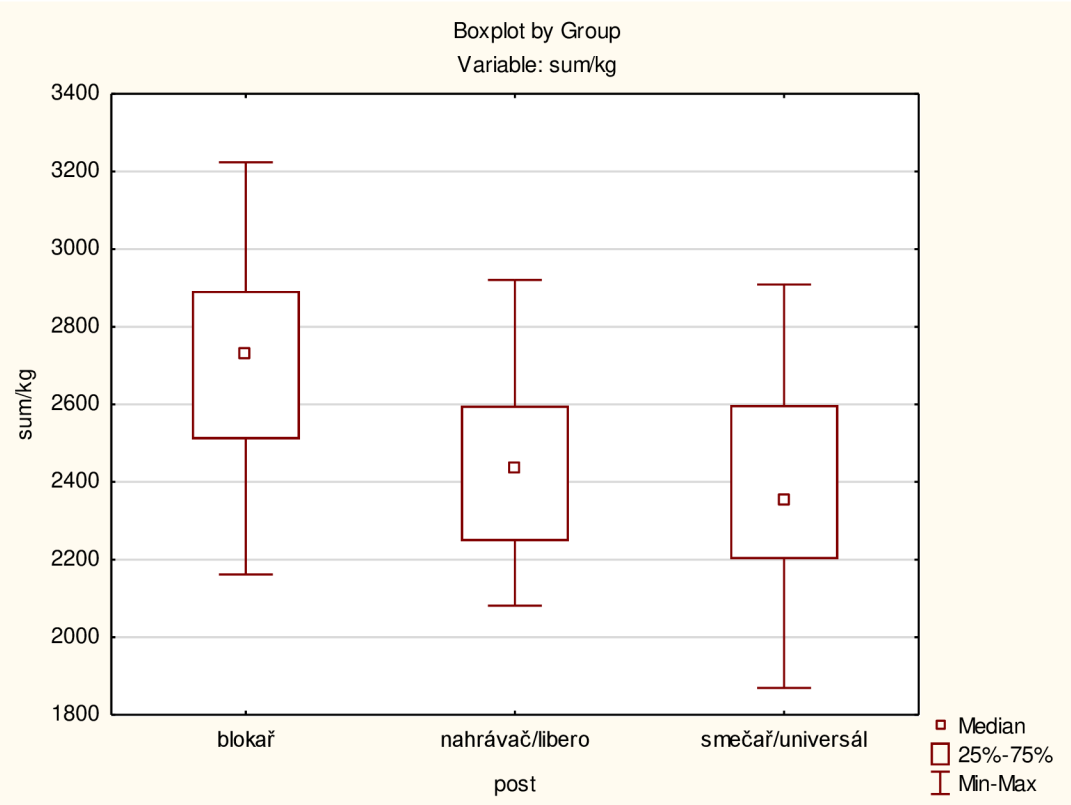
Obr. 24 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle průměrných hodnot.

Tab. 11 – Rozdíl mezi posty dle součtu I.

Depend.: sum/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; sum/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =72,26810 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	22779,00	258,8523
nahrávač/libero	7	92	14797,00	160,8370
smečař/universál	9	176	25970,00	147,5568

Tab. 12 – Rozdíl mezi posty dle součtu II.

Depend.: sum/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); sum/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =72,26810 p =,0000		
	blokař R:258,85	nahrávač/libero R:160,84	smečař/universál R:147,56
blokař		0,000000	0,000000
nahrávač/libero	0,000000		0,947529
smečař/universál	0,000000	0,947529	



Obr. 25 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle součtu tlaků.

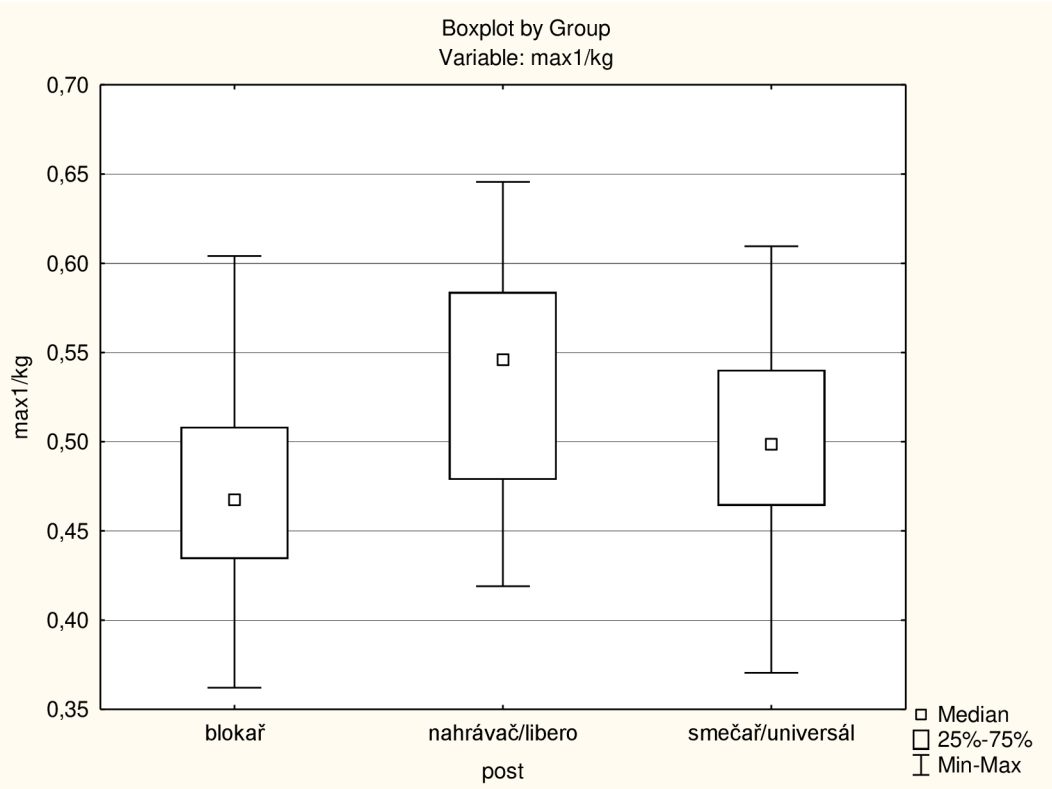
Z obrázku lze vyčíst, že blokaři během chůze vyvinou významně vyšší celkové tlaky než ostatní.

Tab. 13 – Rozdíl mezi posty dle maxima 1 I.

Depend.: max1/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; max1/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =47,56834 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	10916,00	124,0455
nahrávač/libero	7	92	21148,50	229,8750
smečař/universál	9	176	31481,50	178,8722

Tab. 14 – Rozdíl mezi posty dle maxima 1 II.

Depend.: max1/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); max1/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =47,56834 p =,0000		
	blokař R:124,05	nahrávač/libero R:229,88	smečař/universál R:178,87
blokař		0,000000	0,000135
nahrávač/libero	0,000000		0,000351
smečař/universál	0,000135	0,000351	



Obr. 26 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle max1.

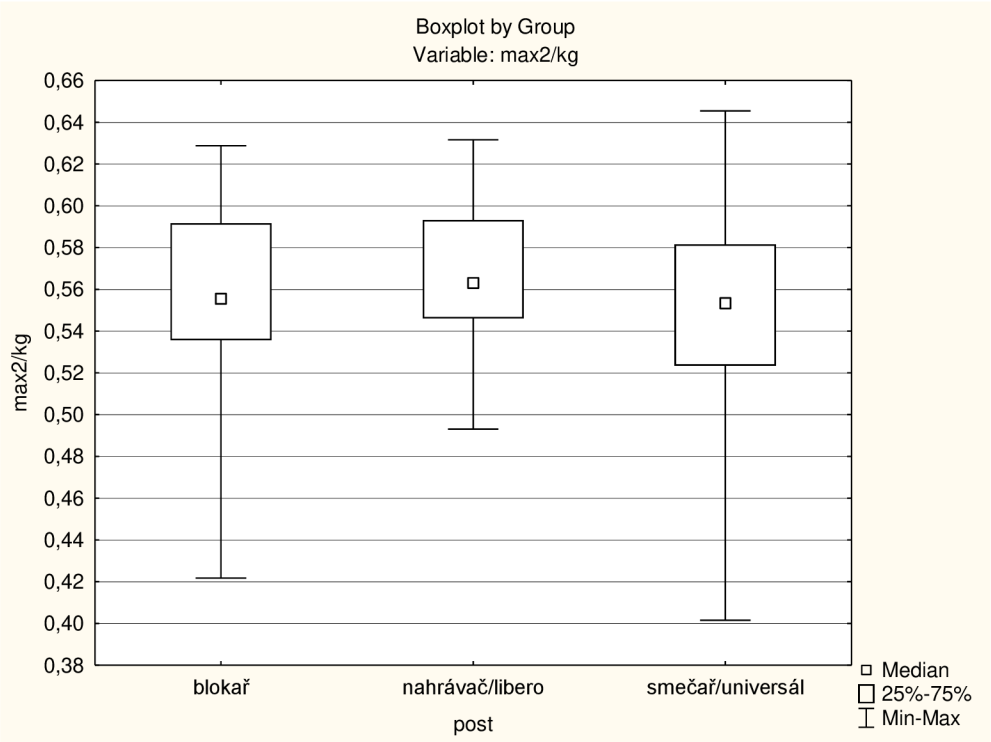
V obrázku je vidět, že blokaři v max1 dosahují nejmenších hodnot, zatímco nahrávači dosahují vyšších.

Tab. 15 – Rozdíl mezi posty dle max2 I.

Depend.: max2/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; max2/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =11,40704 p =,0033			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	15623,50	177,5398
nahrávač/libero	7	92	19151,50	208,1685
smečař/universál	9	176	28771,00	163,4716

Tab. 16 – Rozdíl mezi posty dle max2 II.

Depend.: max2/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); max2/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =11,40704 p =,0033		
	blokař R:177,54	nahrávač/libero R:208,17	smečař/universál R:163,47
blokař		0,137804	0,885237
nahrávač/libero	0,137804		0,002207
smečař/universál	0,885237	0,002207	



Obr. 27 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle max2.

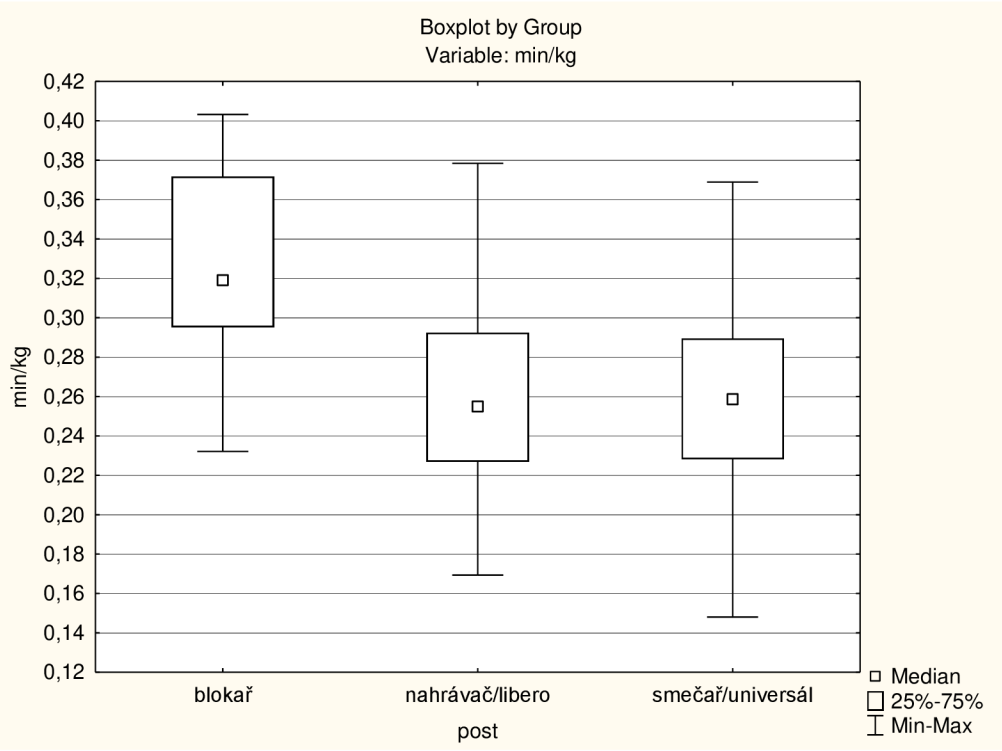
V maximu 2 nejsou téměř žádné rozdíly v postech.

Tab. 17 – Rozdíl mezi posty dle min I.

Depend.: min/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; min/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =102,9044 p =0,000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	24190,00	274,8864
nahrávač/libero	7	92	13993,00	152,0978
smečař/universál	9	176	25363,00	144,1080

Tab. 18 – Rozdíl mezi posty dle min II.

Depend.: min/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); min/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =102,9044 p =0,000		
	blokař R:274,89	nahrávač/libero R:152,10	smečař/universál R:144,11
blokař		0,000	0,000000
nahrávač/libero	0,00		1,000000
smečař/universál	0,00	1,000000	



Obr. 28 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle minima.

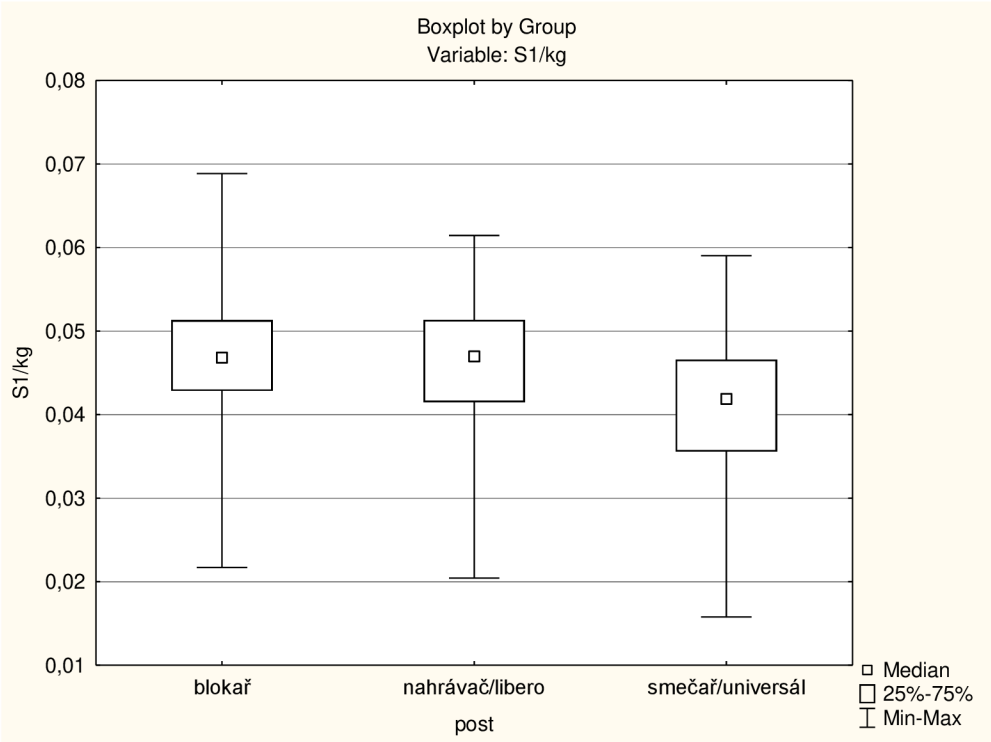
Z obrázku lze vyčíst, že blokaři mají výrazně vyšší hodnoty v minimu než ostatní posty.

Tab. 19 – Rozdíl mezi posty dle S1 I.

Depend.: S1/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; S1/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =35,55238 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	18964,00	215,5000
nahrávač/libero	7	92	18921,00	205,6630
smečař/universál	9	176	25661,00	145,8011

Tab. 20 – Rozdíl mezi posty dle S1 II.

Depend.: S1/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); S1/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =35,55238 p =,0000		
	blokař R:215,50	nahrávač/libero R:205,66	smečař/universál R:145,80
blokař		1,000000	0,000001
nahrávač/libero	1,000000		0,000018
smečař/universál	0,000001	0,000018	



Obr. 29 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S1.

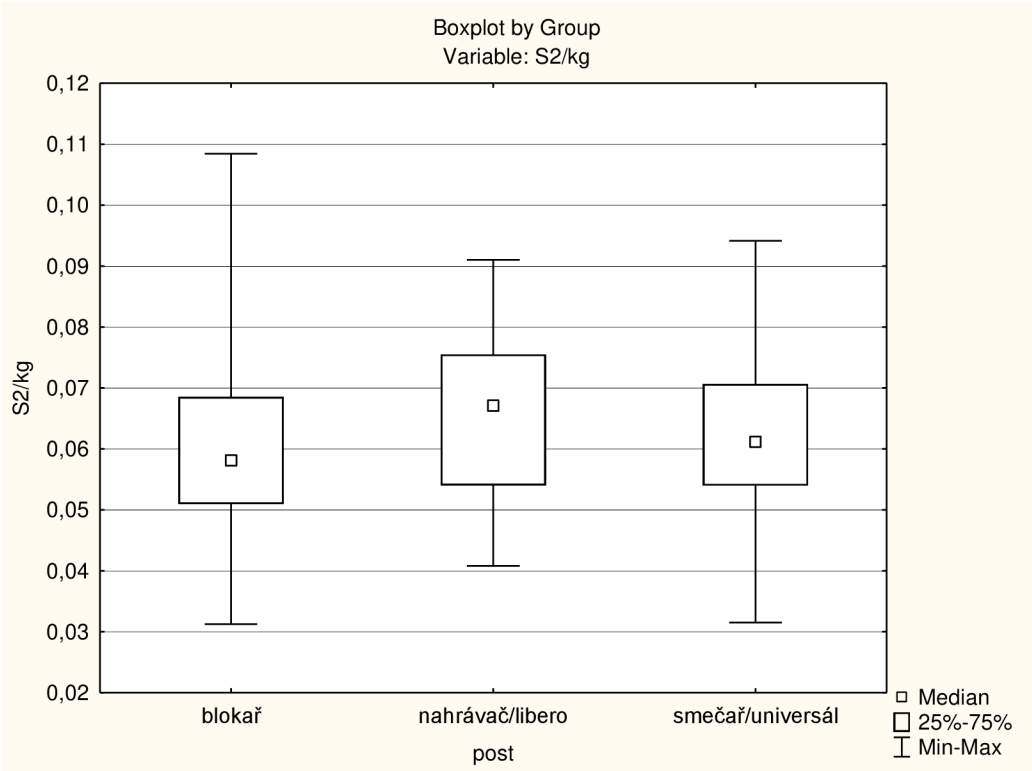
V obrázku lze vidět, že zde významný rozdíl mezi posty v závislosti na S1 není, avšak smečaři mají o něco menší hodnoty než ostatní posty.

Tab. 21 – Rozdíl mezi posty dle S2 I.

Depend.: S2/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; S2/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =7,074456 p =,0291			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	14457,00	164,2841
nahrávač/libero	7	92	18612,00	202,3043
smečař/universál	9	176	30477,00	173,1648

Tab. 22 – Rozdíl mezi posty dle S2 II.

Depend.: S2/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); S2/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =7,074456 p =,0291		
	blokař R:164,28	nahrávač/libero R:202,30	smečař/universál R:173,16
blokař		0,039672	1,000000
nahrávač/libero	0,039672		0,083232
smečař/universál	1,000000	0,083232	



Obr. 30 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S2.

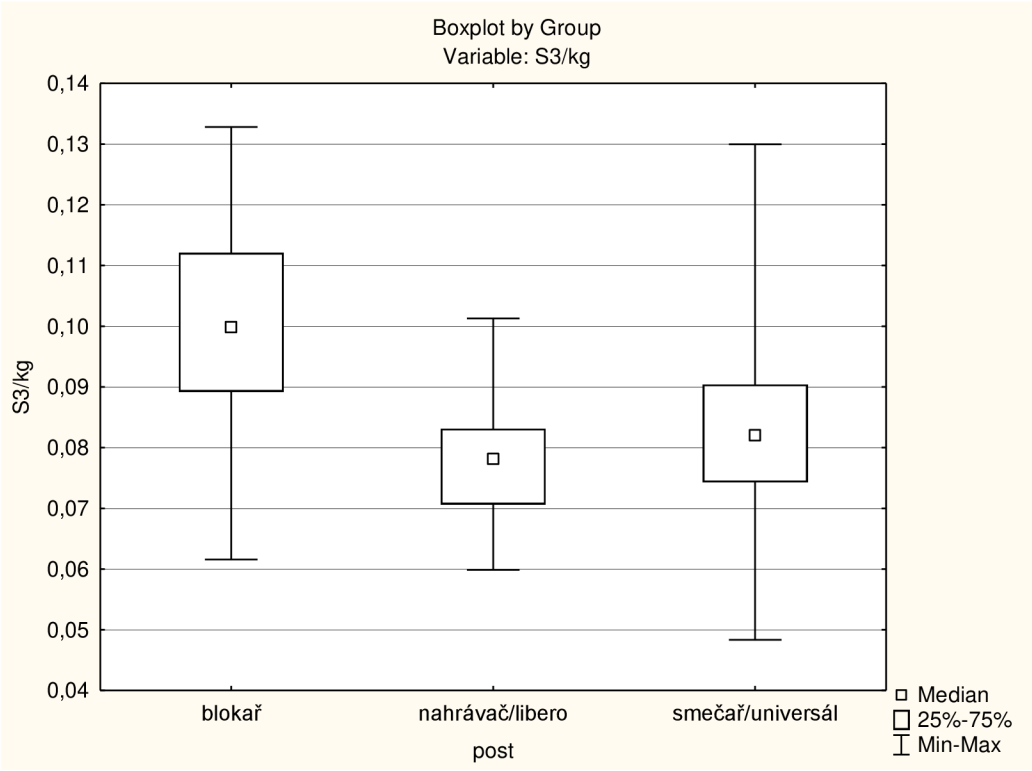
Z obrázku lze vyčíst, že jsou hodnoty téměř podobné, nahrávači mají o něco vyšší hodnoty a blokaři mají o něco nižší hodnoty než ostatní.

Tab. 23 – Rozdíl mezi posty dle S3 I.

Depend.: S3/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; S3/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =82,67704 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	22715,00	258,1250
nahrávač/libero	7	92	11166,00	121,3696
smečař/universál	9	176	29665,00	168,5511

Tab. 24 – Rozdíl mezi poty dle S3 II.

Depend.: S3/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); S3/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =82,67704 p =,0000		
	blokař R:258,13	nahrávač/libero R:121,37	smečař/universál R:168,55
blokař		0,000000	0,000000
nahrávač/libero	0,000000		0,001097
smečař/universál	0,000000	0,001097	



Obr. 31 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S3.

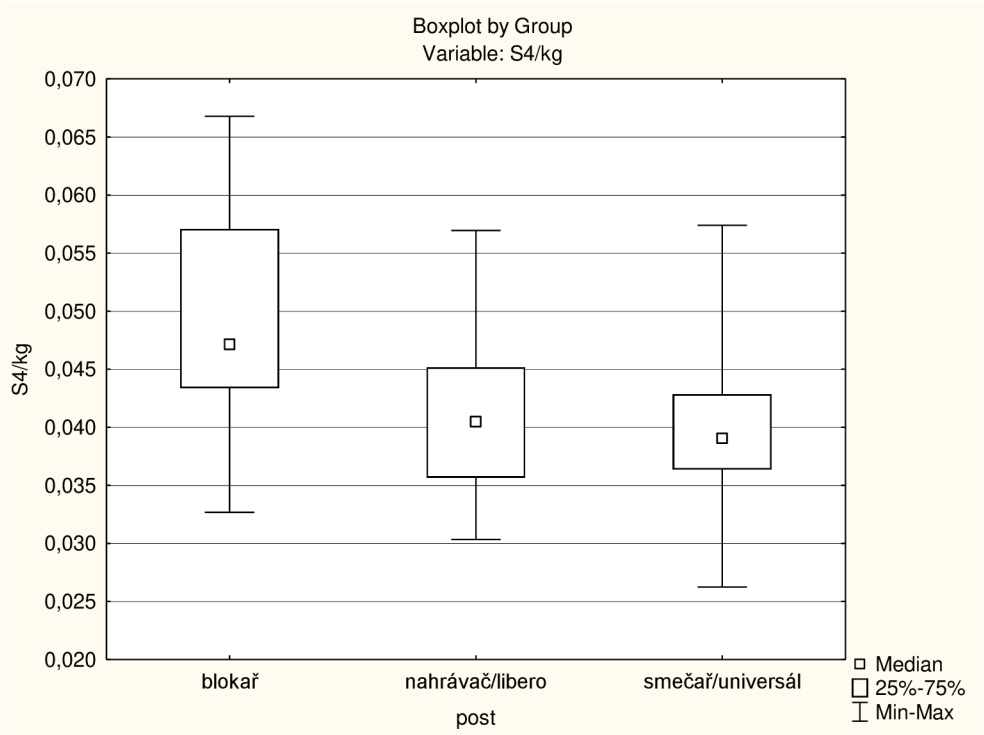
V obrázku je jasně čitelné, že blokaři dosahují v S3 nejvyšších hodnot. Nejmenší hodnoty patří nahrávačům.

Tab. 25 – Rozdíl mezi poty dle S4 I.

Depend.: S4/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; S4/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =88,16383 p =0,000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	23473,50	266,7443
nahrávač/libero	7	92	14947,00	162,4674
smečař/universál	9	176	25125,50	142,7585

Tab. 26 – Rozdíl mezi posty dle S4 II.

Depend.: S4/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); S4/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =88,16383 p =0,000		
	blokař R:266,74	nahrávač/libero R:162,47	smečař/universál R:142,76
blokař		0,000000	0,000000
nahrávač/libero	0,000000		0,409783
smečař/universál	0,000000	0,409783	



Obr. 32 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S4.

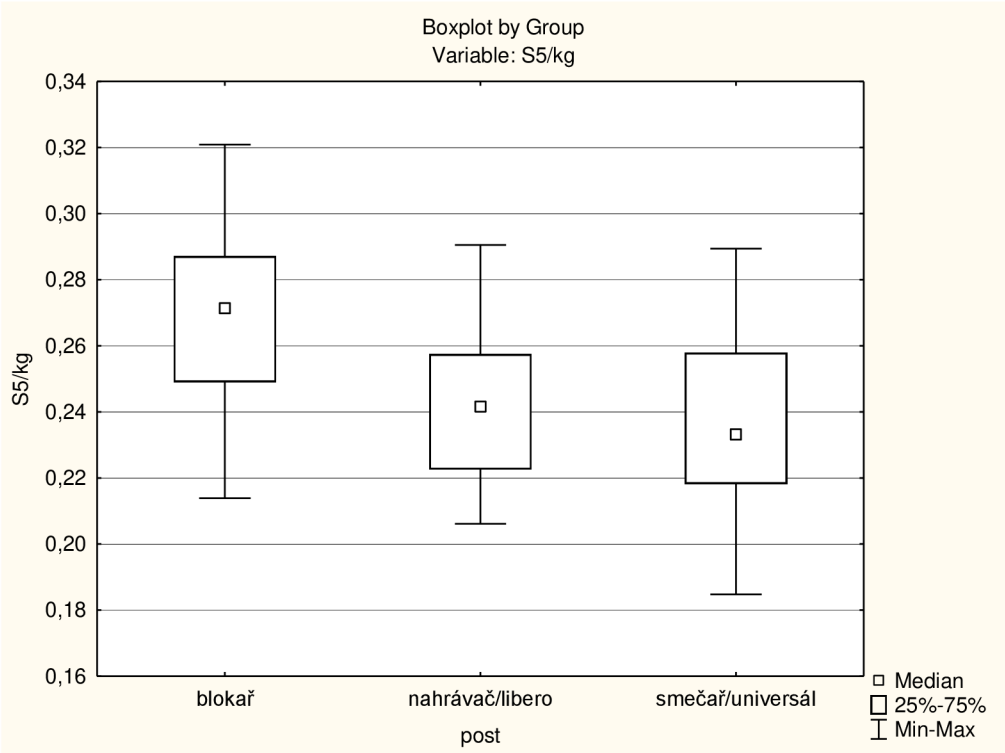
I zde blokaři dosahují nejlepších hodnot, zatímco nahrávači a smečaři mají téměř stejně nízké hodnoty.

Tab. 27 – Rozdíl mezi posty dle S5 I.

Depend.: S5/kg	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; S5/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =72,26329 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	22784,00	258,9091
nahrávač/libero	7	92	14752,00	160,3478
smečař/universál	9	176	26010,00	147,7841

Tab. 28 – Rozdíl mezi posty dle S5 II.

Depend.: S5/kg	Multiple Comparisons p values (2-tailed); S5/kg Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =72,26329 p =,0000		
	blokař R:258,91	nahrávač/libero R:160,35	smečař/universál R:147,78
blokař		0,000000	0,000000
nahrávač/libero	0,000000		1,000000
smečař/universál	0,000000	1,000000	



Obr. 33 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S4.

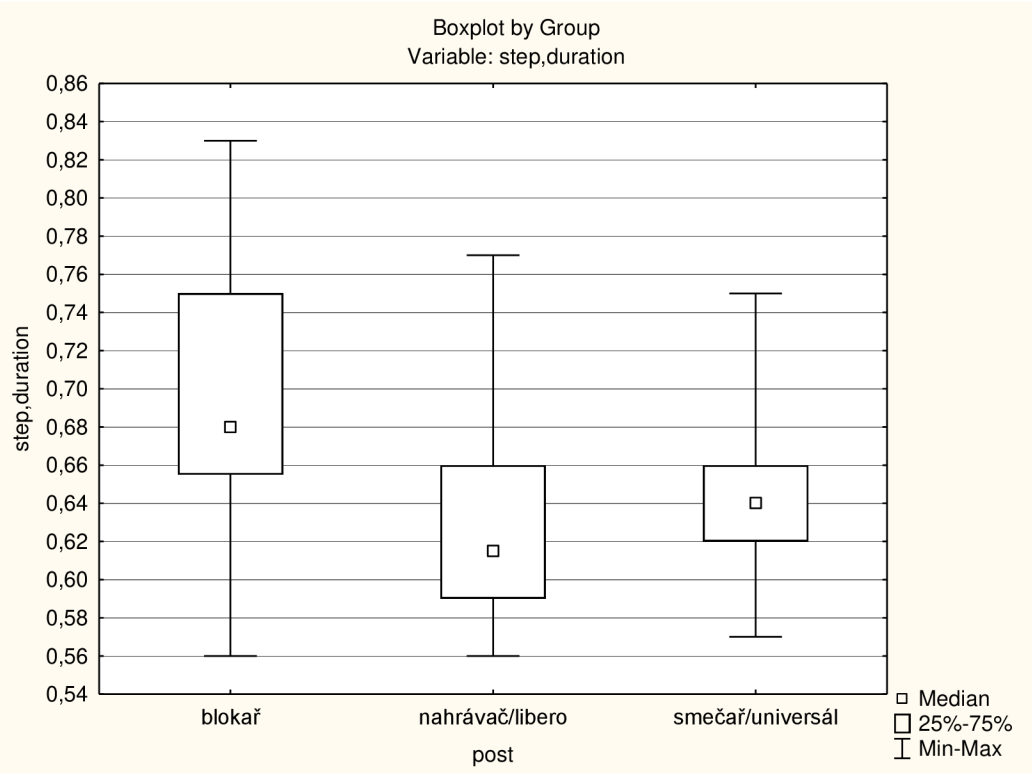
Z obrázku je čitelné, že opět blokaři dosahují nejvyšších hodnot. Smečaři a nahrávači jsou téměř na stejně nižších hodnotách.

Tab. 29 – Rozdíl mezi posty dle délky kroku I.

Depend.: step,duration	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; step,duration Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =76,17957 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	22482,00	255,4773
nahrávač/libero	7	92	11518,50	125,2011
smečař/universál	9	176	29545,50	167,8722

Tab. 30 – Rozdíl mezi posty dle délky kroku II.

Depend.: step,duration	Multiple Comparisons p values (2-tailed); step,duration Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =76,17957 p =,0000		
	blokař R:255,48	nahrávač/libero R:125,20	smečař/universál R:167,87
blokař		0,000000	0,000000
nahrávač/libero	0,000000		0,003807
smečař/universál	0,000000	0,003807	



Obr. 34 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle délky kroku.

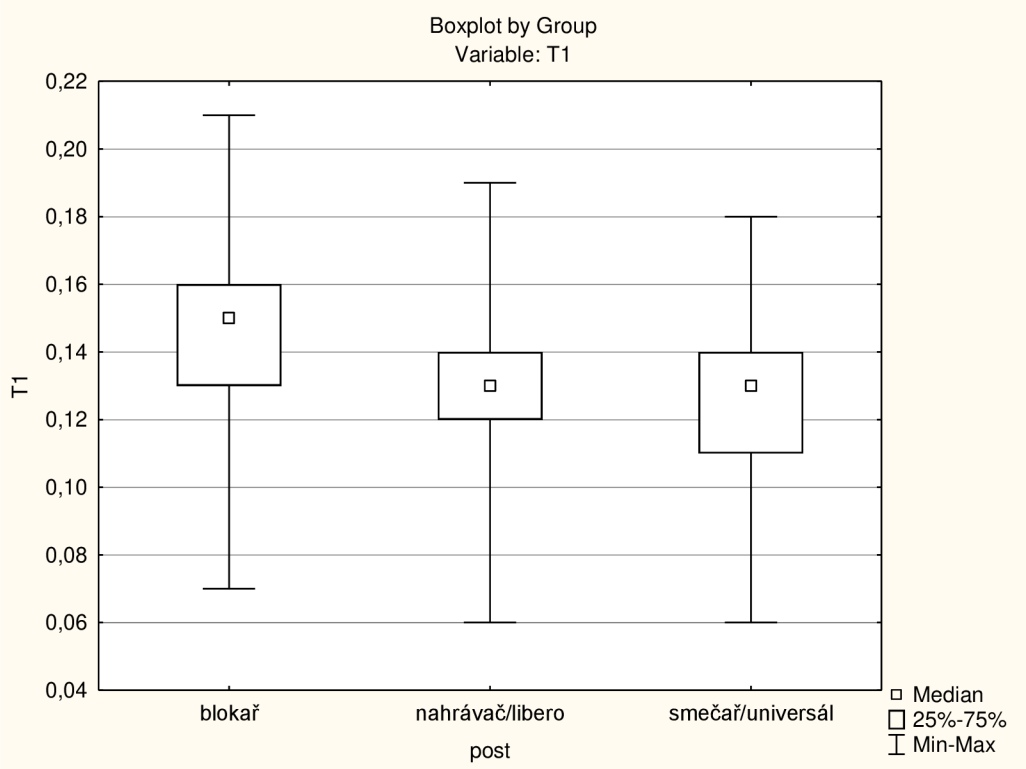
V obrázku lze jednoznačně vyčíst významný rozdíl mezi hodnotami blokařů a ostatních postů. Tedy blokaři mají opět nejvyšší hodnoty.

Tab. 31 – Rozdíl mezi posty dle T1 I.

Depend.: T1	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; T1 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =49,95214 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	21509,00	244,4205
nahrávač/libero	7	92	15159,00	164,7717
smečař/universál	9	176	26878,00	152,7159

Tab. 32 – Rozdíl mezi posty dle T1 II.

Depend.: T1	Multiple Comparisons p values (2-tailed); T1 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =49,95214 p =,0000		
	blokař R:244,42	nahrávač/libero R:164,77	smečař/universál R:152,72
blokař		0,000001	0,000000
nahrávač/libero	0,000001		1,000000
smečař/universál	0,000000	1,000000	



Obr. 35 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T1.

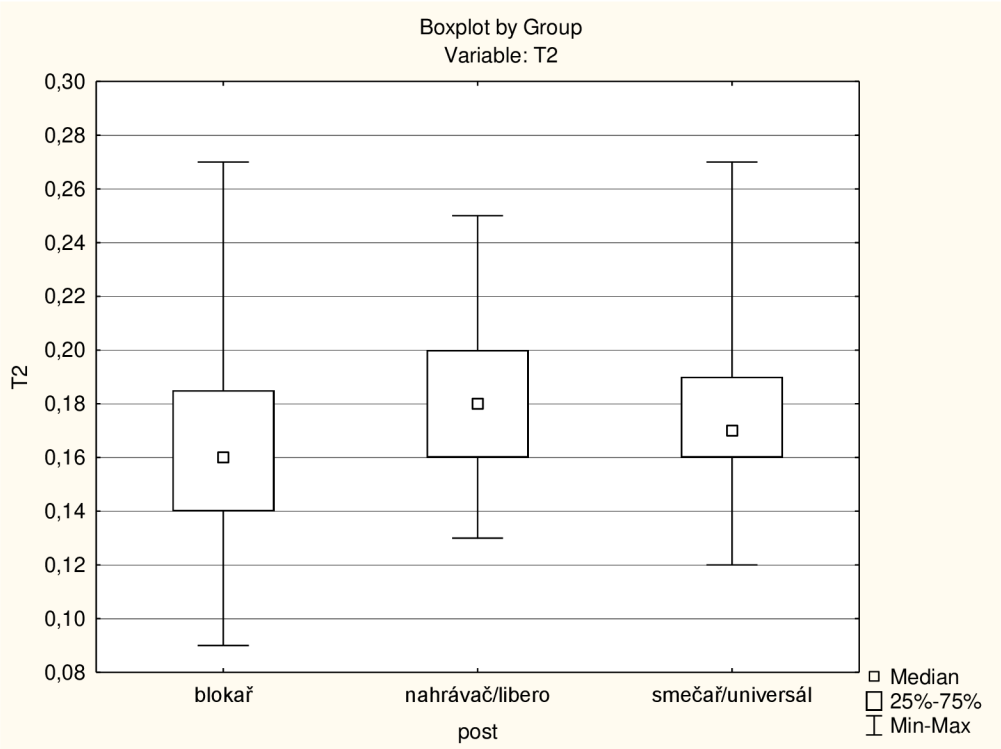
V obrázku opět vyniká nejvyšší hodnota blokařů, jelikož se jedná o jednotku času, je u nich naměřen nejvyšší čas.

Tab. 33 – Rozdíl mezi posty dle T2 I.

Depend.: T2	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; T2 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =13,90347 p =,0010			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	12633,00	143,5568
nahrávač/libero	7	92	17903,00	194,5978
smečař/universál	9	176	33010,00	187,5568

Tab. 34 – Rozdíl mezi posty dle T2 II.

Depend.: T2	Multiple Comparisons p values (2-tailed); T2 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =13,90347 p =,0010		
	blokař R:143,56	nahrávač/libero R:194,60	smečař/universál R:187,56
blokař		0,002641	0,003173
nahrávač/libero	0,002641		1,000000
smečař/universál	0,003173	1,000000	



Obr. 36 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T2.

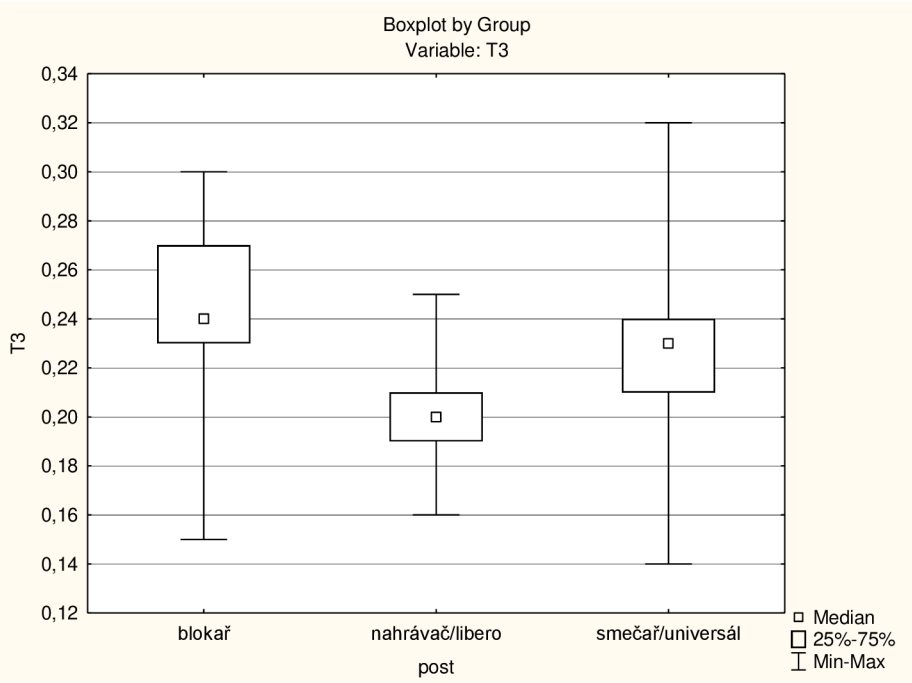
Z obrázku lze vyčíst, že blokaři mají nejnižší naměřenou hodnotu, ovšem opět se jedná o jednotku času, je tedy naměřen nejnižší čas.

Tab. 35 – Rozdíl mezi posty dle T3 I.

Depend.: T3	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; T3 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =77,91780 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	20869,00	237,1477
nahrávač/libero	7	92	9647,50	104,8641
smečař/universál	9	176	33029,50	187,6676

Tab. 36 – Rozdíl mezi posty dle T3 II.

Depend.: T3	Multiple Comparisons p values (2-tailed); T3 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =77,91780 p =,0000		
	blokař R:237,15	nahrávač/libero R:104,86	smečař/universál R:187,67
blokař		0,000000	0,000693
nahrávač/libero	0,000000		0,000000
smečař/universál	0,000693	0,000000	



Obr. 37 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T3.

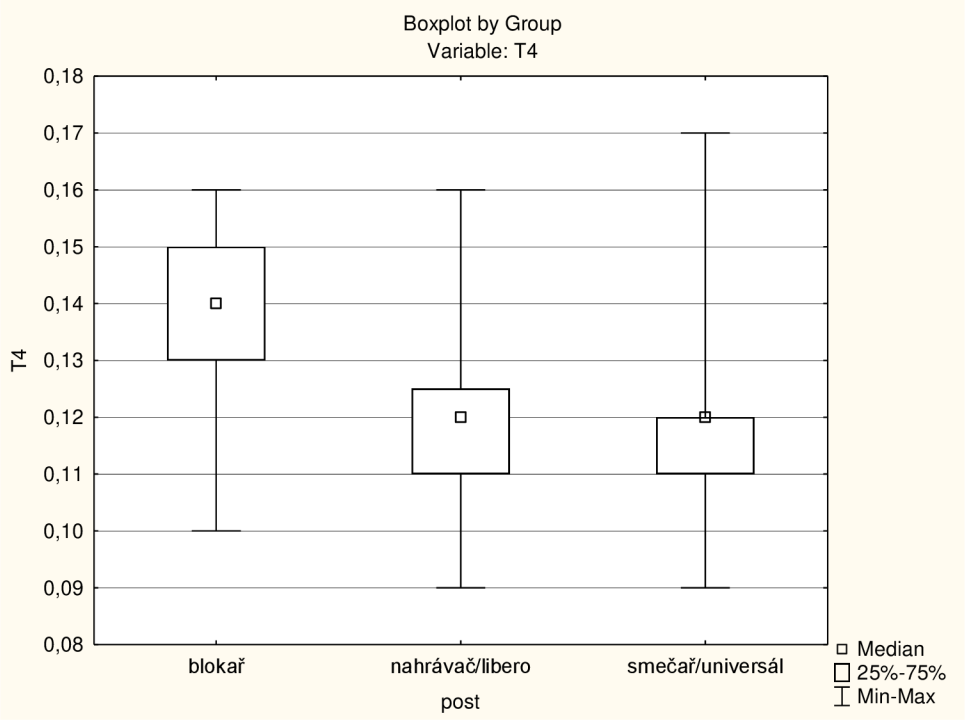
V obrázku jsou znázorněny naměřené hodnoty T3, nejvyšších hodnot času dosahují blokaři, zatímco nejnižších hodnot času dosahují nahrávači.

Tab. 37 – Rozdíl mezi posty dle T4. I.

Depend.: T4	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; T4 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =123,1688 p =0,000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	24831,00	282,1705
nahrávač/libero	7	92	13559,50	147,3859
smečař/universál	9	176	25155,50	142,9290

Tab. 38 – Rozdíl mezi posty dle T4 II.

Depend.: T4	Multiple Comparisons p values (2-tailed); T4 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =123,1688 p =0,000		
	blokař R:282,17	nahrávač/libero R:147,39	smečař/universál R:142,93
blokař		0,000000	0,000000
nahrávač/libero	0,00		1,000000
smečař/universál	0,00	1,000000	



Obr. 38 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T4.

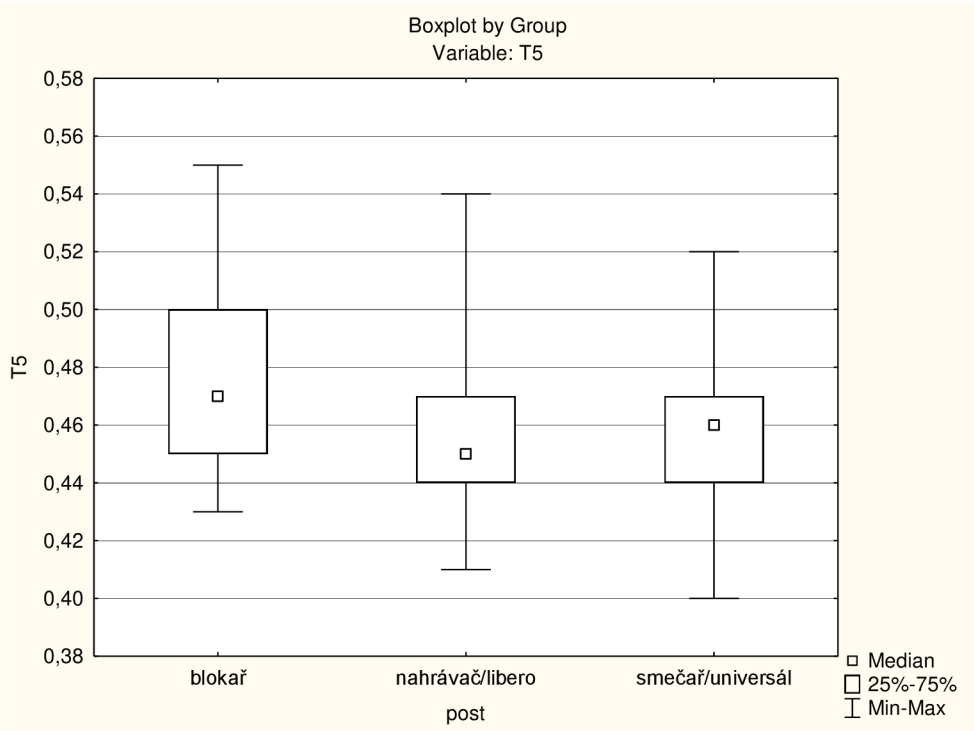
Z obrázku lze vyčíst, že nejhorší naměřený čas mají blokaři, zatímco nejlepší čas mají smečaři.

Tab. 39 – Rozdíl mezi posty dle T5 I.

Depend.: T5	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; T5 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =30,21672 p =,0000			
	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
blokař	1	88	20190,50	229,4375
nahrávač/libero	7	92	14088,00	153,1304
smečař/universál	9	176	29267,50	166,2926

Tab. 40 – Rozdíl mezi posty dle T5 II.

Depend.: T5	Multiple Comparisons p values (2-tailed); T5 Independent (grouping) variable: post Kruskal-Wallis test: H (2, N= 356) =30,21672 p =,0000		
	blokař R:229,44	nahrávač/libero R:153,13	smečař/universál R:166,29
blokař		0,000002	0,000008
nahrávač/libero	0,000002		0,960482
smečař/universál	0,000008	0,960482	



Obr. 39 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T5.

V obrázku jsou znázorněny časy v T5, nejvyšší hodnoty času dosahují opět blokaři.

Tab. 41 – Výsledky porovnání jednotlivých postů.

	blokař	nahrávač/libero	smečař/universál	H	η^2
mean/kg	2	1	3	2,215	0,006
sum/kg	1	2	3	72,268	0,204
max1/kg	3	1	2	47,568	0,134
max2/kg	2	1	3	11,407	0,032
min/kg	1	2	3	102,904	0,290
S1/kg	1	2	3	35,552	0,100
S2/kg	3	2	1	7,074	0,020
S3/kg	1	3	2	82,677	0,233
S4/kg	1	2	3	88,163	0,248
S5/kg	1	2	3	72,263	0,204
duration	1	3	2	76,179	0,215
T1	1	2	3	49,952	0,141
T2	3	2	1	13,903	0,039
T3	1	3	2	77,917	0,219
T4	1	2	3	123,168	0,347
T5	1	3	2	30,216	0,085

Legenda: H hodnota Kruskall-Wallisovy statistiky, η^2 effect size eta squared

$\eta^2 < 0{,}01$ malý efekt; $\eta^2 = 0{,}06$ střední efekt; $\eta^2 > 0{,}14$ velký efekt

Tabulka 41 shrnuje výsledky porovnání jednotlivých postů. Čísla v buňce značí pořadí postů podle absolutní velikosti sledované proměnné. Šedé pozadí pak znázorňuje proměnné s největšími rozdíly podle koeficientu věcné významnosti η^2.

Následující tabulka korelací (tab. 42) sdružuje vypočítané charakteristiky plantárního tlaku jednotlivých probandů společně s výsledky motorických testů (příloha 1). Jsou zde použity testy:

- VSR - Dosah jednoruč s výskokem po smečařském rozběhu v cm.
- SDM – Skok daleký z místa odrazem obounož v centimetrech.
- K – test – test na rychlost a obratnost.

Červeně zabarvená políčka značí hodnotu Spearmanova korelačního koeficientu vyšší než 0,8, resp. nižší než -0,8. Z tabulky je čitelné, že u blokařů se vyskytuje nejvíce červeně zabarvených políček, což znamená, že identifikujeme

největší počet korelačních koeficientů, tedy vztahů mezi motorickými testy a analyzovanými parametry, s vysokou hodnotou korelace, než u ostatních postů.

Tab. 42 – Korelace mezi motorickými testy a analyzovanými proměnnými

post=blokař

	T1	T2	T3	T4	mean/kg	sum/kg	max1/kg	max2/kg	min/kg
VSR (cm)	-0,79	-0,91	0,04	-0,44	-0,98	-0,54	0,87	0,96	-0,89
SDM (cm)	-0,99	-1,00	-0,44	-0,81	-0,96	-0,87	1,00	0,98	-1,00
K-test (s)	0,99	0,93	0,70	0,95	0,81	0,98	-0,96	-0,87	0,94

post=nahrávač/libero

	T1	T2	T3	T4	mean/kg	sum/kg	max1/kg	max2/kg	min/kg
VSR (cm)	0,25	-1,00	0,28	-0,85	0,59	-1,00	-0,25	-0,10	-0,89
SDM (cm)	0,30	-1,00	0,34	-0,81	0,54	-0,99	-0,30	-0,16	-0,86
K-test (s)	-0,97	0,52	-0,98	-0,06	0,43	0,40	0,97	0,92	0,02

post=smečař/universál

	T1	T2	T3	T4	mean/kg	sum/kg	max1/kg	max2/kg	min/kg
VSR (cm)	0,18	-0,31	0,39	0,25	-0,17	-0,13	-0,63	-0,14	-0,28
SDM (cm)	0,50	0,44	0,52	0,00	0,64	0,83	0,48	0,04	0,63
K-test (s)	-0,18	-0,64	-0,13	0,36	-0,15	-0,34	0,08	0,42	-0,32

post=blokař

	S1/kg	S2/kg	S3/kg	S4/kg	S5/kg	VSR (cm)	SDM (cm)	K-test (s)
VSR (cm)	-0,59	-0,92	0,35	0,83	-0,54		0,88	-0,69
SDM (cm)	-0,90	-1,00	-0,14	0,47	-0,87	0,88		-0,95
K-test (s)	0,99	0,91	0,44	-0,17	0,98	-0,69	-0,95	

post=nahrávač/libero

	S1/kg	S2/kg	S3/kg	S4/kg	S5/kg	VSR (cm)	SDM (cm)	K-test (s)
VSR (cm)	-0,45	-0,97	-0,20	-0,97	-1,00		1,00	-0,48
SDM (cm)	-0,39	-0,98	-0,15	-0,96	-0,99	1,00		-0,53
K-test (s)	-0,57	0,69	-0,76	0,26	0,39	-0,48	-0,53	

post=smečař/universál

	S1/kg	S2/kg	S3/kg	S4/kg	S5/kg	VSR (cm)	SDM (cm)	K-test (s)
VSR (cm)	-0,04	-0,45	0,12	0,33	-0,13		0,01	-0,27
SDM (cm)	0,44	0,66	0,69	0,14	0,83	0,01		-0,80
K-test (s)	-0,03	-0,56	-0,21	0,26	-0,34	-0,27	-0,80	

5 DISKUZE

VO1: Jaký vliv má odrazový trénink na změnu plantárního tlaku?

Dle výsledků našeho měření jsme dospěli k závěru, že odrazový trénink má vliv na změnu plantárního tlaku. V tabulce 8 jsou vyčísleny výsledky z prvního a druhého měření a barevně jsou odlišeny proměnné, u kterých došlo ke statisticky významné změně na 5% hladině statistické významnosti. Jedná se o více než dvě třetiny proměnných, což jasně dokazuje vliv odrazového tréninku na změnu plantárního tlaku. V tabulce jsme použili koeficient věcné významnosti (Cohenovo d), který nám ukazuje přesné zvýšení dané proměnné mezi prvním a druhým měřením.

VO2: Je rozdíl mezi plantárním tlakem pravé a levé nohy?

Systematicky se nepotvrdilo, že by dominantní končetina pravorukých probandů byla zatěžována více či méně. Nahodilé asymetrie v zatížení jednotlivých končetin se mezi testovanými osobami vyskytovaly.

V podkapitole 3.4 Charakteristika výzkumného souboru jsme se zabývali zraněním u testovaných osob. Většina probandů žádné zranění v průběhu kariéry neměla. Avšak probandy s číslem 5 a 6 doprovázely opakované výrony levých kotníků a proband č. 1 měl před rokem dokonce výron obou kotníků. Za zmínku stojí i méně časté zranění, jako je distorze holenní kosti, kterou prodělal proband č. 11. Proband 4, jenž si mezi prvním a druhým měřením vymknul pravý kotník, tedy zranil se během tréninkové jednotky, ve které právě probíhalo měření. Tohoto hráče jsme po druhé změřili až 3 týdny od doby, kdy se zranil. Z naměřených hodnot lze jasně vyčíst, že nesrovnalosti mezi pravou a levou nohou jsou výrazně vyšší, než u jiných testovaných osob. Tedy můžeme říct, že tento hráč ještě nebyl úplně 100% fyzicky v pořádku a byla potřeba rehabilitovat a odstranit svalové dysbalance. Pokud se zaměříme na ostatní probandy, kteří uvedli, že měli v minulosti nějaký zdravotní problém je zde vidět jistý rozdíl. Probandi 1, 5 a 11 mají pouze malé množství měřených proměnných rozdílných, lze konstatovat, že svá zranění doléčili správně. V případě probanda 6 je rozdíl mezi jednotlivými končetinami mnohem znatelnější, lze tedy polemizovat o

správnosti doléčení. Avšak na nerovnoměrnost tlaku na podložku během pravého a levého kroku můžou mít vliv i další nespecifikované faktory.

Co se týče ostatních testovaných osob, naměřené hodnoty ukazují, že nejmenší rozdíl mezi pravou a levou nohou má testovaná osoba 10. Zatímco největší rozdíl je připsán testované osobě 4, která byla a stále je zraněna. Z hodnot se dá také vyčíst, že probandi 7 a 12 mají také vysoký počet asymetrií mezi pravou a levou nohou. Jedním z důvodů proč tomu tak je, může být předpoklad pro zranění či svalovou dysbalanci. Ovšem jelikož se jedná o juniorské družstvo, je možné, že tyto výsledky mohou být ovlivněny odlišným věkem probandů, fyzickými předpoklady či jinými faktory. Odpovědí na výzkumnou otázku je tedy rozhodně ano, je rozdíl mezi plantárním tlakem pravé a levé nohy a je to způsobeno tím, že je vysoce pravděpodobné, že jakékoliv zranění má negativní vliv na rozdíl mezi pravou a levou nohou.

VO3: Budou odlišné plantární tlaky v závislosti na postu ve volejbale?

Dle výsledků z našeho měření, jsme zjistili, že ve většině případů patří nejvyšší naměřené hodnoty blokařům. V tabulce 41 jsou barevně odlišeny proměnné s největšími rozdíly, tedy mající velký efekt – všechny tyto hodnoty patří blokařům. Fakt, že mají blokaři odlišné plantární tlaky než jiné posty, je prokázán v tabulce 42, která znázorňuje pomocí korelačního koeficientu vliv naměřených hodnot plantárního tlaku a výsledků motorických testů. Proč právě blokaři mají nejvyšší naměřené hodnoty je otázkou pro další výzkum. Hypotézou tohoto výzkumu by mohl být jejich typický somatotyp. Ze všech postů, jsou právě blokaři nejvyššími a nejmohutnějšími hráči na hřišti. Proto jejich dolní končetiny a hlavně chodidla musí vyrovnávat a tlumit větší hmotnost i tlak.

Na druhou stranu rozdíl mezi smečaři a nahrávači je zanedbatelný. To může být dáno rovněž somatickými faktory, jelikož jsou zmíněné posty velice somaticky podobné.

6 SHRNUTÍ A ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá vlivem odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku. V teoretické části popisuje morfologii, stavbu a funkci nohy, prezentuje specifické pohyby ve volejbale a uvádí příklady některých zahraničních studií zabývající se plantárním tlakem a sportovním odvětvím, či únavou. Ve výzkumné části popisuje sběr i analýzu dat pomocí systému Pedar a interpretuje výsledky a závěry měření.

Cílem práce bylo na základě vybraných ukazatelů zjistit efekt odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku. Poukázat na rozdílnost vynaložených plantárních tlaků způsobené odlišností postu ve volejbale a zjistit rozdíl mezi rozložení plantárního tlaku mezi pravou a levou nohou.

Výzkumu se zúčastnilo 12 hráčů výkonnostní úrovně volejbalu. Výzkumný soubor byl rozdělen do tří skupin na základě postů, na kterých hrají. Vstupní data jsme získávali z jednotlivých kroků samostatně. Jelikož má každý krok dvě lokální maxima plantárního tlaku a jedno lokální minimum, rozdělili jsme jej do následujících čtyř fází – první fáze od začátku kroku k prvnímu maximu, druhá fáze od prvního lokálního maxima k lokálnímu minimu, třetí fáze od lokálního minima k druhému maximu, čtvrtá fáze od druhého maxima ke konci kroku. Při analýze dat jsme sledovali parametry: dobu kontaktu s podložkou, dobu trvání a plochu jednotlivých částí kroku, průměrné hodnoty tlaků, průměrné hodnoty lokálního maxima 1 a 2 a minima.

Výstupem práce je interpretace výsledků v podobě zodpovězených výzkumných otázek. Díky analýze dat jsme zjistili, že vlivem odrazového tréninku ke změně plantárního tlaku dochází a to v důsledku velkého zatížení ve formě odrazů a následných dopadů. Také rozdíl mezi vynaloženým plantárním tlakem pravé a levé nohy je u některých zkoumaných jedinců vysoký. Nejedná se však o systematický jev, ale spíše o nahodilé příklady. To je často způsobováno jak lateralitou, tak zatížením a následnou únavou. U některých probandů se vyskytly rozdíly mezi pravou a levou nohou ve velkém množství proměnných. Zde je na místě otázka, zda tato informace nepoukazuje na přetížení jedné strany těla a nepředpovídá riziko možnosti zranění. Dlouhodobé záznamy z takového měření by se dali použít k prevenci úrazů. Na základě výzkumu tedy

doporučujeme využití rehabilitací či různých ortopedických pomůcek například ortopedické vložky, které dokážou tlumit nárazy a doskoky při odrazech.

Hlavním přínosem práce je právě výše zmíněná diagnostika asymetrie zatížení jednotlivých končetin, kterou lze ve velkém využít jako prevenci zranění přetěžované části těla, při rekonvalescenci a rehabilitaci po zranění končetin apod. Na rozdíl od výše zmiňovaných zahraničních prací uvádíme a rozebíráme i jednotlivé parametry pro měření a porovnávání plantárního tlaku. Dalším přínosem může být i ucelený přehled jednotlivých metod a prostředků pro měření plantárního tlaku, prokázané rozdíly dynamiky plantárního tlaku mezi jednotlivými posty ve volejbale a prokázaný účinek přiloženého odrazového tréninku, který může vést k úpravě některých tréninkových plánů a jednotek volejbalových oddílů.

Závěrem bych chtěla říct, že se nám podařilo splnit všechny zadané cíle diplomové práce, některé měřené proměnné však nebyly dostatečně průkazné k interpretování v této práci a pro jejich využití by bylo potřeba zvolit větší zkoumaný soubor. Tímto se otevírá prostor pro budoucí práce na dané téma.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Abdul Razak, A. H., Zayegh, A., Begg, R. K., & Wahab, Y. (2012). Foot plantar pressure measurement system: A review. *Sensors*, *12*(7), 9884-9912.
2. Asics. (2015). *Gel volley elite 3*. Retrieved from asics.co.uk: http://www.asics.co.uk/Shop/Shoes/Indoor-Court/Men/GEL-VOLLEY-ELITE-3/p/0010247958.5001 (accessed March 27, 2016).
3. Baker, R., & Hart, H. M. (2013). *Measuring walking: a handbook of clinical gait analysis* (Vol. 1). Mac Keith Press.
4. Bisiaux, M., & Moretto, P. (2008). The effects of fatigue on plantar pressure distribution in walking. *Gait & posture*, *28*(4), 693-698.
5. Cinglová, L. (2002). *Vybrané kapitoly z tělovýchovního lékařství pro studenty FTVS.* Praha: Karolinum.
6. Dovalil, J. & Choutka, M. (2012). *Výkon a trénink ve sportu.* Praha, Velké Přílepy: Olympia.
7. Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie.* Praha: Grada.
8. Eils, E., Streyl, M., Linnenbecker, S., Thorwesten, L., Völker, K., & Rosenbaum, D. (2004). Characteristic plantar pressure distribution patterns during soccer-specific movements. The American Journal of Sports Medicine, 32(1), 140-145.
9. Feuereislová, M. (2014). *Proč nás trápí patní ostruhy*. Retrieved from novinky: http://www.novinky.cz/zena/zdravi/343523-proc-nas-trapi-patni-ostruhy.html (accessed March 28, 2016).
10. Formica, Q. (2000). *ploché nohy. Copyright.* Získáno 27. Březen 2016, z ortopedica.cz: http://www.ortopedica.cz/ploche-nohy/ (accessed March 27, 2016).
11. Fourchet, F., Kelly, L., Horobeanu, C., Loepelt, H., Taiar, R., & Millet, G. (2015). High-Intensity Running and Plantar-Flexor Fatigability and Plantar-Pressure Distribution in Adolescent Runners. Journal Of Athletic Training (Allen Press), 50(2), 117-125.

12. García-Pérez, J. A., Pérez-Soriano, P., Llana, S., Martínez-Nova, A., & Sánchez-Zuriaga, D. (2013). Effect of overground vs treadmill running on plantar pressure: Influence of fatigue. Gait & Posture, 38929-933. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.04.026
13. Grasgruber, P & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny.* Brno: Computer Press.
14. Haník, Z. (2008) *Volejbal: viděno třemi: od základních odbití po herní činnosti.* Praha: Grada.
15. Haník, Z. (2008). *Volejbal 2.* Praha: Olympia.
16. Janura, M., & Zahálka, F. (2004). *Kinematická analýza pohybu člověka.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
17. Kellis, E. (2001). Plantar pressure distribution during barefoot standing, walking and landing in preschool boys. *Gait & posture*, *14*(2), 92-97.
18. Mizuno. (2001). *Pánská obuv*. Retrieved from mizunostore.cz: http://www.mizunostore.cz/Mizuno-Wave-Tornado-X-V1GA161247
19. Namešanský, J. (2015) *Plán utkání a tréninků SK Volejbal Brno Junioři 2016*. Brno
20. Namešanský, J. (2016) *Jri Hala - plyometrie.* Brno
21. Namešanský, J. (2016) *Jri Posilovna - kontrastní metoda.* Brno
22. Novel. (2014). *The emed.systems*. Retrieved from novel.de: http://novel.de/novelcontent/emed (accessed March 30, 2016).
23. Novel. (2014). *The pedar.system*. Retrieved from novel.de: http://novel.de/novelcontent/pedar (accessed April 2, 2016).
24. Novelusa. (2012). *Accurate.Reliable.Unique*. Retrieved from novelusa.cz: http://novelusa.com/index.php?fuseaction=systems.pedar (accessed March 30, 2016).
25. Nurse, M. A., & Nigg, B. M. (2001). The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clinical Biomechanics*, *16*(9), 719-727.
26. Olivier, P. E. (2013). EFFECT OF INVERTOR/EVERTOR AND PLANTAR-/DORSIFLEXOR FATIGUE ON PLANTAR PRESSURE DISTRIBUTION. South African Journal For Research In Sport, Physical Education & Recreation (SAJR SPER), 35(1), 143-152.

27. Orendurff, M. S., Rohr, E. S., Segal, A. D., Medley, J. W., Green, J. R., & Kadel, N. J. (2008). Regional foot pressure during running, cutting, jumping, and landing. The American journal of sports medicine, 36(3), 566-571.
28. Orlin, M. N., & McPoil, T. G. (2000). Plantar pressure assessment. Physical therapy, 80(4), 399-409.
29. Pedikom. (2007). *Noha a její nemoci*. Retrieved from pedikom.cz: http://pedikom.cz/noha-a-jeji-nemoci/vysoka-klenba.html (accessed March 27, 2016).
30. Perttunen, J., Kyrolainen, H., Komi, P. V., & Heinonen, A. (2000). Biomechanical loading in the triple jump. *Journal of sports sciences*, *18*(5), 363-370.
31. Petr, J. (2010). *Diagnostika stavu nožní klenby a chodidla prostřednictvím systému emed* (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií), Brno.
32. Podocam. (2010). *Podocam*. Retrieved from medsport.cz: http://www.medsport.cz/podocam.html (accessed March 28, 2016).
33. Podologická-poradna. (2012). *Nabídka služeb vyšetření*. Retrieved from Podologická poradna: http://podologickaporadna.webnode.cz/o-nas.cz (accessed March 28, 2016).
34. Riegerová, J. P. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie).* Olomouc: Hanex.
35. Rose, J. G. (1994). *Human walking*. Baltimore: Williams & Wilkins.
36. skkometapraha.cz. (2015). *Motorické testy SpS, SCM a KCM.* Retrieved from skkometapraha.cz: http://www.skkometapraha.cz/media/document/14365200368126.pdf (accessed April 6, 2016).
37. Šos, Z. (1999). *Noha* Retrieved from ortopedieolomouc.cz: http://www.ortopedieolomouc.cz/noha (accessed March 28, 2016).
38. Vařeka I., & Vařeková R. (2009). *Kineziologie nohy.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

39. Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* Praha: Triton.
40. Zvonař, M., & Duvač, I. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport.* Brno: Masarykova Univerzita.
41. Zvonař, M., Vespalec, T., Kolářová, K., & Petr, J. (2011). Lidská noha, diagnostika a prevence.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Funkční dělení nohy: dorzální řez (Vařeka & Vařeková, 2009). 10

Obr. 2. – Nožní klenba (Dylevský, 2009). 11

Obr. 3 – Postupující stupně deformity ploché nohy (Formica, 2000). 12

Obr. 4 – Porovnání zdravého chodidla, plochého chodidla a vypouklého chodidla (Formica, 2000). 13

Obr. 5 – Délka kroku při normální symetrické chůzi (Baker, 2013). 14

Obr. 7 – Znázornění šířky kroku na asymetrické chůzi (Baker, 2013). 15

Obr. 8 - Plantoskop (Feuereislová, 2014) 16

Obr. 9 - Plantoskop (Podocam, 2010) 16

Obr. 10 - Plantograf (Podologická-poradna, 2012) 16

Obr. 11 - Plantogram (Podologická-poradna, 2012) 16

Obr. 12 – Emed (Novel, The emed.systems, 2014) 17

Obr. 13 – Meření na Emedu (Novel, The emed.systems, 2014) 17

Obr. 15 – Měření pomocí pedaru (Novel, The emed.systems, 2014) 18

Obr. 16 – Centrum plantárního tlaku dvou různých subjektů (Nurse & Nigg, 2001). 20

Obr. 17 – Naměřený plantární tlak v sedmi oblastech chodidla při šesti různých variací fotbalových pohybů (Orendurff, Rohr, Segal, Medley, Green, & Kadel, 2008). 22

Obr. 18 – Rozdíl rozložení plantárního tlaku při chůzi a trojskoku (Perttunen, Kyrolainen, Komi, & Heinonen, 2000). 25

Obr. 19 – Boty Mizuno (Mizuno, 2001) 30

Obr. 20 – Boty Asics (Asics, 2015) 30

Obr. 21 – Rychlostní K – test (skkometapraha.cz, 2015). 32

Obr. 22 – Graf závislosti plantárního tlaku na čase při běžném kroku I. 45

Obr. 23 – Graf závislosti plantárního tlaku na čase při běžném kroku II. 45

Obr. 24 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle průměrných hodnot. 52

Obr. 25 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle součtu tlaků. 53

Obr. 26 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle max1..... 54

Obr. 27 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle max2. 55

Obr. 28 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle minima..... 56

Obr. 29 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S1..... 57

Obr. 30 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S2..... 58

Obr. 31 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S3. 59

Obr. 32 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S4. 60

Obr. 33 - Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle S4. 61

Obr. 34 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle délky kroku..... 62

Obr. 35 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T1. 63

Obr. 36 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T2. 64

Obr. 37 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T3. 65

Obr. 38 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T4. 66

Obr. 39 – Graf znázorňující rozdíl mezi posty dle T5. 67

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Naměřené hodnoty plantárního tlaku (Eils, Streyl, Linnenbecker, Thorwesten, Völker, & Rosenbaum, 2004). 23
Tab. 2 – Maximální vertikální a horizontální reakční síly (Perttunen, Kyrolainen, Komi, & Heinonen, 2000). 25
Tab. 3 – Rozdíl v rozložení plantárního tlaku před výkonem a po výkonu (Bisiaux & Moretto, 2008). 27
Tab. 4 – Harmonogram výzkumu. 34
Tab. 5 – Základní informace o probandech. 36
Tab. 6 – Popis proměnných. 43
Tab. 7 – Základní statistické charakteristiky 47
Tab. 8 – Rozdíl mezi prvním a druhým měřením s různými proměnnými. 49
Tab. 9 – Rozdíly mezi pravou a levou nohou TO. 50
Tab. 10 – Rozdíly mezi posty dle průměrných hodnot. 52
Tab. 11 – Rozdíl mezi posty dle součtu I. 53
Tab. 12 – Rozdíl mezi posty dle součtu II. 53
Tab. 13 – Rozdíl mezi posty dle maxima 1 I. 54
Tab. 14 – Rozdíl mezi posty dle maxima 1 II. 54
Tab. 15 – Rozdíl mezi posty dle max2 I. 55
Tab. 16 – Rozdíl mezi posty dle max2 II. 55
Tab. 17 – Rozdíl mezi posty dle min I. 56
Tab. 18 – Rozdíl mezi posty dle min II. 56
Tab. 19 – Rozdíl mezi posty dle S1 I. 57
Tab. 20 – Rozdíl mezi posty dle S1 II. 57
Tab. 21 – Rozdíl mezi posty dle S2 I. 58
Tab. 22 – Rozdíl mezi posty dle S2 II. 58
Tab. 23 – Rozdíl mezi posty dle S3 I. 59
Tab. 24 – Rozdíl mezi poty dle S3 II. 59
Tab. 25 – Rozdíl mezi poty dle S4 I. 60
Tab. 26 – Rozdíl mezi posty dle S4 II. 60
Tab. 27 – Rozdíl mezi posty dle S5 I. 61
Tab. 28 – Rozdíl mezi posty dle S5 II. 61

Tab. 29 – Rozdíl mezi posty dle délky kroku I. 62
Tab. 30 – Rozdíl mezi posty dle délky kroku II. 62
Tab. 31 – Rozdíl mezi posty dle T1 I. 63
Tab. 32 – Rozdíl mezi posty dle T1 II. 63
Tab. 33 – Rozdíl mezi posty dle T2 I. 64
Tab. 34 – Rozdíl mezi posty dle T2 II. 64
Tab. 35 – Rozdíl mezi posty dle T3 I. 65
Tab. 36 – Rozdíl mezi posty dle T3 II. 65
Tab. 37 – Rozdíl mezi posty dle T4. I. 66
Tab. 38 – Rozdíl mezi posty dle T4 II. 66
Tab. 39 – Rozdíl mezi posty dle T5 I. 67
Tab. 40 – Rozdíl mezi posty dle T5 II. 67
Tab. 41 – Výsledky porovnání jednotlivých postů. 68
Tab. 42 – Korelace mezi motorickými testy a analyzovanými proměnnými 69
Tab. 43 – Motorické testy JRI 2016 (skkometapraha.cz, 2015). 82
Tab. 44 – Plán utkání a tréninků SK Volejbal Brno Junioři 2016 (Namešanský, J. 2015) 83
Tab. 45 - Jri Posilovna - Kontrastní metoda (Namešanský, J., 2016). 86
Tab. 46 - Jri Hala - Plyometrie (Namešanský, J., 2016). 87

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Vybrané motorické testy

Tab. 43 – Motorické testy JRI 2016 (skkometapraha.cz, 2015).

Proband č.	**Výška (cm)**	**VSR (cm)**	**M1 (m)**	**SDM (cm)**	**K-test (s)**
1	174	308	21,7	265	9,81
2	174	308	20	264	10,76
3	184	333	20,1	279	9,84
4	194	339	21,3	273	10,29
5	193	332	24,2	270	9,92
6	188	324	21,7	247	11,14
7	196	329	15,4	267	10,06
8	189	326	30,3	270	10,62
9	197	336	25,7	233	11,01
10	194	331	15,6	270	10,65
11	198	326	20,2	250	11,37
12	192	329	20,7	272	10,18

POZNÁMKY

Výška - Měření výšky
VSR - Dosah jednoruč s výskokem po smečařském rozběhu v centimetrech.
M1 – hod 1 kg medicinbalem z kleku – jednoruč v metrech.
SDM – Skok daleký z místa odrazem obounož v centimetrech.
K – test – test na rychlost a obratnost.

Příloha 2 Plán utkání a tréninků Volejbal Brno junioři 2016

Tab. 44 – Plán utkání a tréninků SK Volejbal Brno Junioři 2016 (Namešanský, J. 2015)

	týden	**Plán utkání a tréninků Volejbal Brno junioři 2016**					
					Tréninky/KT		
				zápasy	**dopo**	**odpo**	**náplň tréninků KT**
únor	**5**	**Po**	**1**				
		Ut	**2**			V	
		St	**3**		**KT posil**	V	Posilovna zaměřená na techniku přemístění.
		Čt	**4**			V	Ostatní cviky silovo-vytrvalostní charakter.
		Pá	**5**		V+R	V	
		So	**6**				
		Ne	**7**				
	6	**Po**	**8**		V+R	**KT posil**	Posilovna zaměřená na techniku přemístění.
		Ut	**9**			V	Ostatní cviky silovo-vytrvalostní charakter.
		St	**10**		**KT hala**	V	Core+rozvoj explozivní síly. Plyometrie DK + HK
		Čt	**11**			V	
		Pá	**12**		V+R	V	
		So	**13**				
		Ne	**14**				
	7	**Po**	**15**			**KT posil**	Posilovna kontrastní metoda - celé tělo
		Ut	**16**			V	
		St	**17**		**KT hala**	V	HIIT - kotníkové odrazy, explozivní síla HK a DK.
		Čt	**18**			V	Rychlost + koordinace
		Pá	**19**		V+R	V	
		So	**20**				
		Ne	**21**				
	8	**Po**	**22**		V+R	**KT posil**	Posilovna kontrast celé tělo
		Ut	**23**			V	
		St	**24**		**KT hala**	V	Rychlost a koordinace
		Čt	**25**			V	
		Pá	**26**		V+R	V	
		So	**27**	Beskydy			
		Ne	**28**	Zlín			
	9	**Po**	**29**				
ez		**Ut**	**1**				

		St	**2**			V	
		Čt	**3**			V	
		Pá	**4**		KT hala +R	V	Odrazy + rychlostní cvičení
		So	**5**				
		Ne	**6**				
	10	**Po**	**7**		V+R	**KT posil**	Rozvoj maximální síly pyramidově
		Ut	**8**			V	
		St	**9**		**KT hala**	V	Rychlost + koordinace
		Čt	**10**			V	
		Pá	**11**		V+R	V	
		So	**12**				
		Ne	**13**				
	11	**Po**	**14**			**KT posil**	Rozvoj max. Síly pyramidově
		Ut	**15**			V	
		St	**16**		**KT hala**	V	Plyometrie: překážky + odrazy, medicinbaly
		Čt	**17**			V	
		Pá	**18**		V+R	V	
		So	**19**				
		Ne	**20**				
	12	**Po**	**21**	Trenčín	**KT hala**	V	Soustředení Trenčín PO-PÁ
		Ut	**22**	Trenčín	**KT hala**	V	
		St	**23**	Trenčín	**KT hala**	**KT posil**	Posilovna - kontrastní metoda
		Čt	**24**	Trenčín	**KT hala**	V	Plyometrie
		Pá	**25**	Trenčín	**KT hala**	V	
		So	**26**	NMnV			SO-NE - turnaj Nové Mesto nad Váhom
		Ne	**27**	NMnV			
	13	**Po**	**28**				
		Ut	**29**			V	
		St	**30**		**KT posil**	V	Posilovna kontrastní metoda
		Čt	**31**			V	
duben		**Pá**	**1**		V+R	V	
		So	**2**				
		Ne	**3**				
	14	**Po**	**4**		V+R	**KT posil**	Posilovna kontrastní metoda
		Ut	**5**			V	
		St	**6**		**KT hala**	V	Rychlost a koordinace +

							Přípravný zápas odpo
		Čt	**7**			V	
		Pá	**8**		V+R	V	
		So	**9**				
		Ne	**10**		V	V	Přípravný zápas
	15	**Po**	**11**		V	**V**	
		Ut	**12**		KT pos	V	Posilovna - rychlá síla
		St	**13**				
		Čt	**14**	Finále			Mistrovství ČR - Mikulov
		Pá	**15**	Finále			
		So	**16**	Finále			
		Ne	**17**	Finále			

POZNÁMKY
V - volejbalový trénink
R - trénink hlubokého stabilizačního systému cca 20min
KT posil - kondiční trénink v posilovně
KT hala - kondiční trénink v hale
nevyplněné políčko - volno/škola

Příloha 3 – Ukázka kondičního tréninku v posilovně Volejbal Brno junioři 2016

Tab. 45 - Jri Posilovna - Kontrastní metoda (Namešanský, J., 2016).

ČÁST TJ	OBSAH TJ (počet opakování, počet sérií, intervaly odpočinku mezi sériemi, úseky a cviky)	METODY ROZVOJE	INTENZITA
Úvodní (20 min)	-Rozehřátí – 5´ na běžeckém pásu. -Lehký dynamický strečink (10´) -Zpevňovací cviky –břicho, záda (10´) -břišní svaly 6x20 (různé cviky) -zádové svaly 4x20 (různé cviky)	-	Nízká
Hlavní (5´) (30-40´)	*IOs: 2 - 3 min *IOu: 10 – 15 s *PS: 1 – 3. Cvik A – OD cca 80 % 1 OM, PO = 2 – 4, Cvik B – OD 10 – 30%, PO = 5 – 12, Cvik 1A – Dřep s činkou Cvik 1B – Výskok z dřepu 10 – 20 cm Cvik 2A – Benchpress Cvik 2B – Klik po pádu z kleku Cvik 3A – Leg press Cvik 3B – Kotníkové výskoky Cvik 4A – Tlak v sedu před hlavou Cvik 4B – Hod medicinbalem obouruč vrchem před sebe. Cvik 5A – Silové přemístění Cvik 5B – Přeskoky z výpadu do výpadu Cvik 6A – Stahování kladky Cvik 6B – Hod medicinbalem obouruč spodem před sebe.	Kontrastní	Vysoká Nízká Vysoká Nízká Vysoká Nízká Vysoká Nízká Vysoká Nízká Vysoká Nízká Vysoká Nízká
Závěrečná (10´)	4x80m vyběhat.		Nízká

Příloha 4 – Ukázka kondičního tréninku v hale Volejbal Brno junioři 2016

Tab. 46 - Jri Hala - Plyometrie (Namešanský, J., 2016).

ČÁST TJ	OBSAH TJ (počet opakování, počet sérií, intervaly odpočinku mezi sériemi, úseky a cviky)	METODY ROZVOJE	INTENZITA
Úvodní (25 min)	-Rozehřátí – (5´) na běžeckém pásu. -Dynamický strečink (10´) -Běžecká abeceda (10´)	-	lehká
Hlavní	Plyometrie DK: Cvik 1: 8 překážek (začátek na 80cm – postupně výšku zvyšovat), IOs-3min. IOu-20s. -5 sérií po 5ti úsecích/kolech: 5 x stejná výška překážek 5 x první vyšší, nižší, vyšší 5 x pyramida 5 x schody postupné 5x schody Cvik 2: Skok do dálky snožmo – 5 x 4 skoky IOs: 3 min. IOu-20s. Cvik 3: Malá, velká překážka, smeč zakončená výskokem na bednu. 5 x 4 skoky. IOs: 3 min. IOu-20s. Cvik 4: Přeskoky ze strany na stranu přes gumu (30 – 50 cm). 10 x 4 skoky. IOs: 3 min. IOu-20s.	Plyometrická m.	Submax. (90-95%)
	Trup: Cvik 1: Plyo. odhod obouruč – jen zápěstí (3kg) 2x10 opak. Cvik 2: Plyo. odhod od prsou po nahrávce (3kg) 2x10 opak. Cvik 3:	Plyometrická m.	Submax. (90-95%)

	Plyo. odhod zboku po nahrávce (3kg) 2x5 opak. každá strana. Cvik 4: Odhod sed – leh 2x10 opak. IOs: 2-3 min. Hra cca 20 min.		
Závěreč ná část	Vyklusat 500 m		

Resumé

Diplomová práce pojednává o vlivu odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku. V první teoretické části popisuje morfologii, stavbu a funkci nohy, prezentuje specifické pohyby ve volejbale a uvádí příklady některých zahraničních studií zabývající se plantárním tlakem a sportovním odvětvím, či únavou. Ve výzkumné části popisuje sběr i analýzu dat pomocí systému Pedar a interpretuje výsledky a závěry měření.

Cílem práce je na základě vybraných ukazatelů zjistit efekt odrazového tréninku na dynamiku plantárního tlaku, poukázat na rozdílnost vynaložených plantárních tlaků u jednotlivých postů ve volejbale a zjistit rozdíl v rozložení plantárního tlaku mezi pravou a levou nohou.

Výsledky práce ukazují, že vlivem odrazového tréninku ke změně plantárního tlaku dochází a to v důsledku velkého zatížení ve formě odrazů a následných dopadů. Také rozdíl mezi vynaloženým plantárním tlakem pravé a levé nohy je u některých zkoumaných jedinců vysoký.

Přínosem práce je právě výše zmíněná diagnostika asymetrie zatížení jednotlivých končetin, kterou lze ve velkém využít jako prevenci zranění přetěžované části těla, při rekonvalescenci a rehabilitaci po zranění končetin.

Summary

This thesis deals with the influence of the jumping training on the dynamic of the plantar pressure. The theoretical beginning of the thesis describes morphology, construction and function of foot, presents specific movement in volleyball and introduce examples of foreign researches about plantar pressure and sport branch or tiredness. The practical part describes collecting and analyse data through Pedar system and interprets results and conclusion of measurement.

The aim of thesis is to find if the jumping training has effect on dynamic of the plantar pressure, show differences of expended plantar pressure on various positions in volleyball and found difference in distribution of plantar pressure between right and left foot. All of these tasks are accomplished by observing selected parameters.

According to the result of the research, there is an evident change of plantar pressure after the jumping training. This improvement is caused by increased stress in form of jumping and landing. Few tested individuals have also the huge difference between expended plantar pressure of the right and left foot.

Main benefit of the thesis is a diagnostics of asymmetry distribution between both foots, which could be used in rehabilitation after leg injury or like an injury prevention of overstressed body part.