

ZAPOJENÍ HAMSTRINGŮ PŘI NAHRÁVCE POMOCÍ ODBITÍ OBOURUČ VRCHEM A ODBITÍ OBOURUČ SPODEM U BEACHVOLEJBALISTEK JUNIORSKÝCH KATEGORIÍ

INVOLVEMENT OF HAMSTRINGS IN SETTING BY JUNIOR-AGE BEACHVOLLEYBALL PLAYERS

T. Polívka, L. Lebrušková, & J. Ševcovic

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu

Abstract

One of the main playing activities of an individual that depends on the success or failure of a team is setting. The setting is characterised by the action as the beating of a ball after a pass to the attacker. One of the main muscle groups that are important to beachvolleyball players is hamstrings. Hamstrings help with lower leg flexion in the knee and help with lower leg extension in the hip joint.

The study aims to assess hamstring activity in selected gaming activity. We assume that the involvement of the right and left sides in the setting at the bottom and in the setting at the top will be the same.

The main method used for data collection was measurement using surface electromyography. The Ultium (Noraxon, USA) instrument was used to collect the data, along with the Nixon camera system.

Mann Whitney U test was used for statistical calculations. The results indicate that the parties are symmetrically involved in the setting. However, a statistically significant difference occurs between the setting using the upper and lower strokes of the right bicep ($P = 0,0337$) and the right semitendinosus ($P = 0,0097$). We can conclude from the results that there should be no muscular imbalance in the setting.

Keywords: beachvolleyball; the individual activities of the player; Surface electromyography; Noraxon; muscular imbalance

Souhrn

Jednou z hlavních herních činností jednotlivce, na které závisí úspěch či neúspěch týmu v plážovém volejbale, je nahrávka. Nahrávka je činnost charakterizována jako odbití míče po přihrávce k vybranému smečáři. Jednou z hlavních svalových skupin, které jsou pro plážové volejbalisty důležité jsou hamstringy. Hamstringy pomáhají s flexí dolní končetiny v kolenní a pomáhají s extenzí dolní končetiny v kyčelním kloubu.

Studie si klade za cíl posoudit aktivitu hamstringů u vybrané herní činnosti. Studie předpokládá, že zapojení pravé a levé strany při nahrávce spodem i při nahrávce vrchem bude stejné. Zároveň je předpokládáno, že u nahrávky spodem obouruč, bude aktivita hamstringů vyšší než u nahrávky vrchem obouruč.

Hlavní použitou metodou pro sběr dat bylo měření pomocí povrchové elektromyografie. Pro sběr dat byl použit přístroj Ultium (Noraxon, USA), společně s kamerovým systémem Nixon. Pro zpracování dat bylo použito prostředí pro statistické výpočty R.

Pro výpočet testových kritérií byl použit Mannův-Whitney U test. Z jeho výsledků vyplývá, že strany jsou do nahrávky zapojené symetricky. Nicméně statisticky významný rozdíl se projevuje mezi nahrávkou pomocí odbití vrchem a odbitím spodem u pravého bicepsu ($P = 0,0337$) i u pravého semitendinosus ($P = 0,0097$). Z výsledků můžeme konstatovat, že u nahrávky by nemělo docházet ke svalovým dysbalancím.

Klíčová slova: beachvolejbal; Herní činnosti jednotlivce; Povrchová elektromyografie; Noraxon; svalové dysbalance

Úvod

Jednou z hlavních herních činností jednotlivce, na které záleží úspěch či neúspěch týmu, je nahrávka. Nahrávka je činnost charakterizována jako odbití míče po přihrávce k vybranému smečáři. Přesnost nahrávky úzce souvisí s kvalitou provedení útočného úderu. Proto je zvládnutí nahrávky jako specializované herní činnosti důležitým předpokladem pro kvalitní úroveň hry celého týmu (Císař, 2005).

Standardně je nahrávka druhý kontakt s míčem v rámci rozehry po vybírání soupeřova útoku nebo po přihrávce. V současnosti se často setkáváme i se situacemi, kdy je nahrávka prvním kontaktem hráče s míčem a pomocí druhého kontaktu s míčem je realizován útočný úder.

V plážovém volejbale se pro realizaci nahrávky používá odbití obouruč vrchem, odbití obouruč spodem a zřídka i odbití jednou rukou. V prvopočátcích byla realizována nahrávka nejčastěji pomocí odbití spodem obouruč, především z důvodu přísných pravidel pro hodnocení techniky při nahrávce pomocí odbití obouruč vrchem. V současnosti se realizace nahrávky liší především dle pohlaví. Pro muže je standardem odbití vrchem obouruč, ženy dlouhou dobu používaly pro realizaci nahrávky odbití spodem obouruč, avšak nyní již mnoho světových párů žen používá odbití vrchem obouruč. Nahrávka pomocí odbití vrchem obouruč i pomocí odbití spodem obouruč může být realizována před nahrávače či za nahrávače v různých obměnách. V rámci rozehry se může nahrávač dostat i do nestandardních situací při těžkých bodových balónech, kdy je nucen realizovat nahrávku z nízkého střehu čelně k síti nebo čelně k síti z vyššího střehu (Císař, 2005; Kaplan & Džavoronok, 2001).

Výhodou nahrávky realizované pomocí odbití vrchem obouruč je větší přesnost. Nahrávka realizovaná odbitím spodem obouruč se v dnešní době vyskytuje spíše po těžkém bodovém míči nahrávaném ze zadní zóny kurtu nebo po nepřesném příjmu. Výhodou nahrávky spodem je více času pro přípravu útočníka (Kaplan & Džavoronok, 2001; Vlach & Chalupa, 2018).

Při nahrávce je kladen důraz na několik důležitých bodů:

- plynulost pohybu
- let míče po odbití v ose ramen
- kolena, kyčle a paže jsou po odbití propnuté
- po nahrávce by mělo těžiště směřovat ve směru letu nahrávky

Směr pohybu těžiště je indikátor toho, že je nahrávač správně srovnaný pod míčem a zároveň využívá veškerou dostupnou energii k nahrávce a ke kontrole míče (Kaplan & Džavoronok, 2001; Vlach & Chalupa, 2018).

Lateralita se projevuje v plážovém volejbale především na útočných činnostech jednotlivce (podání, útočný úder). Funkční asymetrie působí na pohybový projev hráče ve všech pohybových situacích a lateralita je také důležitá pro specializaci jednotlivých hráčů. Dochází tedy k přetěžování dominantní strany těla především při útočném úderu a podání. Je tedy důležité, aby u hráčů byla souhra obou polovin těla pro precizní provedení jednotlivých herních činností. Nesouhra pravé a levé poloviny ovlivňuje časování a přesnost úderu. Problematika lateralit se odráží i v rozložení síly při různých odporových cvičeních (Vavák, 2011; Lake, 2010).

Pro vysokou úroveň provádění jednotlivých herních činností jednotlivce je tedy velmi důležitá souhra pravé a levé poloviny pohybového aparátu. Meyers (2019) v tomto ohledu hovoří o fasciích, které jsou propojené a funkčně integrované do celého těla. Jednotlivé linie vytvářejí myofascie (tzv. meridiány). Tyto myofasciální meridiány zajišťují stabilitu napětí, fixaci a odolnost při vykonávání pohybových úkolů (Meyers, 2009).

Pro plážové volejbalisty je velmi důležitá svalová skupina hamstringů, na kterou se v naší studii zaměříme z pohledu pravé a levé strany. Skupina hamstringů se skládá z bicepsu femoris, semitendinosus a semimembranosus. Hamstringy pomáhají s flexí dolní končetiny v koleni a pomáhají s extenzí dolní končetiny v kyčelním kloubu. V literatuře se můžeme setkat s dělením na mediální (semitendinosus a semimembranosus) a laterální část (biceps femoris). Mediální skupina participuje na flexi v koleni; ex-

tenzi a addukci stehna. Laterální část má za úkol extenzi kyčelního kloubu. Dále hamstringy pomáhají kvadricepsu při zpomalování extenze kolene (Dylevský, 2009).

Při literární rešerši byly vyhledávány studie zabývající se zapojením hamstringů při beachvolejbalových činnostech, nicméně studií věnující se konkrétně tomuto tématu bylo nalezeno minimum. Jsou však již studie věnující se problematice volejbalu a plážového volejbalu, nicméně tyto studie pracující s povrchovou elektromyografií se zaměřují zatím spíše funkci hamstringů u různých druhů výskoků a dopadů nebo na ramenní klouby a horní polovinu těla (Hargrove et al., 2007; Lake et al., 2010; Padulo et al., 2013; Reeser et al., 2010). Z tohoto důvodu nemohou být porovnávány výsledky studie s dalšími zdroji, nicméně v diskuzi jsou diskutovány výsledky z podobných šetření.

Studie si klade za cíl posoudit aktivitu hamstringů konkrétně m. biceps femoris a m. semitendinosus u nahrávky. Výběr těchto dvou svalů vychází z použité metody, kterou je povrchová elektromyografie. Snímání těchto dvou svalů se ukázalo jako výhodnější, protože jsou více na povrchu, m. semimembranosus je z části překryt a díky tomuto překrytí by mohlo být jeho hodnocení zkreslené (Dylevský, 2009).

Předpokladem je, že zapojení pravé a levé strany při nahrávce spodem i při nahrávce vrchem bude stejné. Zároveň studie předpokládá, že hamstringy budou aktivnější u nahrávky spodem obouruč, oproti nahrávce vrchem obouruč.

Metody

Hlavní použitou metodou pro sběr dat bylo měření pomocí povrchové elektromyografie. Jedná se o vyšetření na elektrofyzilogickém principu, které umožňuje sledování aktivity kosterního svalstva (Krobot & Kolářová, 2011). Jejím postupným vývojem se odstupuje od invazivní jehlové myografie k povrchové EMG (Hargrove et al., 2007). Pro předloženou studii byl použit přístroj Ultium (Noraxon, USA), společně s kamerovým systémem Nixon.

Pro práci s primárními daty byl využit program Myoresearch (Noraxon, USA). Tento software umožňuje čtení z 32 kanálů přístroje, též přiřazuje kanál jednotlivého senzoru k dané svalové partii. Software dále zpracovává signál pomocí výpočtu efektivní hodnoty, klouzavého průměru a aplikaci základních digitálních filtrů. Naměřená data jsou ukládána do různých druhů protokolů a data lze exportovat v různých formátech. Kamerový systém společně s programem Myoresearch umožňuje rozdělit pohyb na jednotlivé fáze a interpretovat data v těchto dílčích částech pohybu. Při práci s povrchovou EMG je standardem u měřených svalů hodnotit maximální volní kontrakci (dále jen MVC). MVC jsme v naší studii posuzovali dle Jandy z roku 2004.

Hodnocení pomocí povrchové elektromyografie umožňuje sledovat zapojení pravé a levé skupiny svalů, zároveň můžeme porovnávat zapojení svalových partií při různých činnostech.

Ve studii se předpokládá, že se neliší zapojení svalů pravé a levé skupiny hamstringů a zároveň, by měly být hamstringy zapojeny více u nahrávky spodem obouruč.

Charakteristika souboru

Původní soubor byl tvořen 14 hráčky narozenými v letech 2006-2010. Všechny vybrané hráčky prošly širším reprezentačním výběrem do 16let ve svých ročnících. Z vybraného souboru 2 hráčky měly negativní hodnocení v Jandově testu fyziologické délky svalů, takže byly z testování vyloučeny. Výsledný počet probandů byl tedy 12. Těchto 12 hráček bylo v dobrém zdravotním stavu, bez prodělání zranění vážnějšího charakteru v průběhu posledních 6 měsíců. Před samotným testováním byla měřena maximální volní kontrakce hodnocených svalů dle Jandy z roku 2004. Všechny hráčky byly pravoruké.

Průměrný věk hráček byl 15 let ($SD = 0,74$). Hráčky byly vybrány na základě osvojení hodnocených dovedností. Průměrná výška testovaných hráček byla 172,25 centimetrů ($SD = 4,79$) a hmotnost byla 58,92 kilogramů ($SD = 5,16$). Tato data byla získána v rámci somatických měření. Pro hodnocení složení těla byla použita Tanita WB-300. Podrobněji uvádíme v tabulce 1

Design výzkumu

Samotné měření bylo realizováno 14. 1. 2023 v průběhu ranních tréninkových bloků reprezentačního kempu U16 v nafukovací hale s kurty na plážový volejbal (BC Strahov, Praha). Studie byla provedena v souladu s Helsinskou deklarací, byly dodrženy etické standardy univerzity. Měření bylo realizováno se souhlasem, hráček, rodičů hráček a trenérů daného reprezentačního výběru Českého volejbalového svazu.

Při přípravě měření byla u každé hráčky pokožka nad bříškem svalu oholena a očištěna alkoholem, aby došlo ke snížení impedance pokožky na 5k. Bipolární povrchové elektrody (vzdálenost mezi elektrodami 1,2 cm) byly vyrovnány s podélnou osou svalu podle doporučení SENIAM (Hermens et al., 2000). Umístění elektrody bylo potvrzeno pomocí manuálního testování svalů.

Tabulka 1./ Table 1.

Charakteristika výzkumného souboru./ Characteristics of the research sample.

Proband	Věk	Výška	Hmotnost	BMI	Odehrané roky
1	16	179,0	60,0	18,7	4
2	14	171,0	62,0	21,2	3
3	16	170,0	57,0	19,7	5
4	15	172,0	61,0	20,6	4
5	15	183,0	70,0	20,9	3
6	14	165,0	51,0	18,7	3
7	15	171,0	55,0	18,8	4
8	15	173,0	58,0	19,4	4
9	15	168,0	57,0	20,2	3
10	14	172,0	52,0	17,6	4
11	15	173,0	61,0	20,4	4
12	16	176,0	63,0	20,3	5
průměr	15,0	172,8	58,9	19,7	3,8
modus	15,0	171,0	57,0		
medián	15,0	172,0	59,0	19,9	4,0
SD	0,7	4,8	5,2	1,1	0,7

Poznámka. BMI = Body Mass Index; SD = směrodatná odchylka

Všechny hráčky absolvovaly před začátkem měření rozcvičení, které bylo vedeno asistentem trenéra dle standardů rozcvičení na výběrových kempch a bylo pro všechny hráčky stejné. Následně hráčky absolvovaly testy hodnocení fyziologické délky posuzovaných svalů dle Jandy (2004).

Samotný pohybový úkol, který vedl ke sběru primárních dat, probíhal následovně. Testovaná osoba stála vždy ve výchozím postavení, připravena nahrávat. Trenér nahazoval míče do vymezeného prostoru a simuloval tak dobrý příjem, testovaná hráčka měla za úkol nahrát do prostoru, který byl vymezený terčem, používaným pro nácvik nahrávky, které se používají pro šestkový volejbal i pro plážový volejbal. Na obrázku 1 (viz. přílohy) je vidět schéma rozestavení pomůcek a probandů v průběhu testování. Kvůli standardům nahrávky byl koš nastaven na výšku 4 metry a 50 centimetrů.

Jednotlivé pohybové úkoly si hráčky nejprve vyzkoušely (5×) a poté následovalo 10 testových opakování. Nejdříve hráčky prováděly nahrávku pomocí odbití vrchem obouruč, následně se vše opakovalo pomocí odbití spodem obouruč. Tyto činnosti byly natáčeny kamerami z boku a zepředu. Z upraveného signálu bylo vybráno 5 ustálených a nejlépe provedených pohybových cyklů. Tyto cykly byly rozděleny na jednotlivé fáze a z toho byly získány hodnoty vyjadřující zapojení hodnocených svalových partií v jednom kroku. Pohybový úkol byl rozdělen na následující fáze: při kontaktu s míčem a po dokončení pohybového úkolu.

Po změření byl elektromyografický signál upraven rektifikací a vyhlazen střední kvadratickou hodnotou (parametr Root Mean Square) pomocí okna (window) 100 ms pro vyhodnocování načasování svalů (Konrad, 2005).

Statistické zpracování dat

Ke zpracování dat byly použity deskriptivní statistiky (průměr, modus, medián a směrodatná odchylka), dále početní operace s procenty a pro potvrzení či vyvrácení předpokladů byly použity metody inferenční statistiky, konkrétně Shapiro-Wilkův test pro posouzení normality rozložení dat a následně byl použit Mannův-Whitney U test pro neparametrická data ($p < 0,05$). Pro zpracování dat bylo použito prostředí pro statistické výpočty R.

Výsledky

Výsledky jsou děleny do dvou podkapitol. První kapitola interpretuje maximální volní kontrakci a hodnotí zapojení hamstringů do pohybového úkolu. Druhá kapitola interpretuje výsledky inferenční statistické analýzy.

Maximální volní kontrakce a procentuální zapojení hamstringů do jednotlivých fází pohybového úkolu

Pro lepší pochopení interpretace podotýkáme, že činnosti byly rozděleny na dvě fáze. První fází bylo snímání aktivity v době kontaktu s míčem, druhá fáze byla snímána po odbití míče, ve chvíli dopnutí všech končetin. Jednotlivé svaly jsou pro lepší vizuální představu v tabulkách řazeny podle pohledu zezadu.

Jako první uvádíme v tabulce 2 hodnoty maximální volní kontrakce posuzovaných svalů. Vyšší hodnoty můžeme pozorovat u pravého bicepsu femoris ($n = 8$) oproti bicepsu levému ($n = 4$). U semitendinosus je poměr v maximální volní kontrakci rozložené rovnoměrně, u 6- ti probandů má vyšší maximální volní kontrakci pravá strana a u 6-ti probandů levá strana.

Tabulka 2./ Table 2.

Hodnoty maximální volní kontrakce (μV)./ Values of Maximum voluntary contraction (μV).

Proband	Biceps femoris	Semitendinosus	Semitendinosus	Biceps femoris
	left	left	right	right
1	240,1	75,2	178,9	662,1
2	70,5	45,5	57,5	122,3
3	413,3	588,5	406,6	404,3
4	241,3	193,2	257,1	405,2
5	159,2	240,5	198,8	167,0
6	277,7	285,8	325,9	382,4
7	124,3	176,2	148,8	129,3
8	113,1	154,0	160,9	156,6
9	216,9	285,7	350,6	540,2
10	441,4	393,9	276,9	403,1
11	488,5	322,9	206,9	253,2
12	87,8	59,2	35,5	40,4

Poznámka. μV = mikrovolty

Z hodnot vybraných pokusů a hodnot maximální volní kontrakce bylo vypočítáno procentuální zapojení jednotlivých svalů při pohybovém úkolu. Procentuální zapojení je znázorněno v tabulce 3. Jak je vidět, tak v průměru je zapojení hamstringů s drobnými odchylkami relativně rovnoměrné. Pravá strana je podle procentuálního vyjádření aktivnější v obou fázích při nahrávce spodem obouruč. Levá strana je aktivnější po odbití vrchem obouruč. V pozici před odbitím vrchem obouruč je aktivita levé a pravé strany téměř stejná.

Tabulka 3./ Table 3.

Průměrné zapojení posuzovaných svalů v jednotlivých fázích pohybového úkolu./ Average involvement of assessed muscles in individual stages of the movement task.

Fáze pohybového úkolu	Posuzovaný sval			
	BF-L	SM-L	SM-P	BF-P
Před odbitím spodem	48 %	51 %	63 %	43 %
Po odbití spodem	27 %	34 %	41 %	23 %
Před odbitím vrchem	44 %	45 %	50 %	39 %
Po odbití vrchem	29 %	37 %	36 %	24 %

Poznámka. BF-L = Biceps femoris levý; SM-L = Semitendinosus levý; SM-P = Semitendinosus pravý; BF-P = Biceps femoris pravý

Tabulka 4 porovnává průměrné hodnoty zapojení posuzovaných svalů mezi nahrávkou spodem obouřuč a vrchem obouřuč u jednotlivých probandů. Z tabulky vyplývá, jaké svaly jsou aktivnější v jednotlivých fázích pohybových úkolů. Tučně jsou zvýrazněny vyšší hodnoty u jednotlivých svalů. Předpokladem je, že aktivnější by měly být svaly při nahrávce spodem obouřuč, protože dle popisu techniky nahrávka vychází pouze z nohou, načež u nahrávky vrchem obouřuč jsou zapojeny i horní končetiny. U probandů 4 a 7 jsou tyto předpoklady potvrzeny, protože všechny posuzované svaly jsou aktivnější u nahrávky spodem obouřuč. U probanda 1 je aktivnější levý semitendinosus u nahrávky vrchem, ostatní svaly jsou aktivnější u nahrávky obouřuč spodem. U probanda 8 jsou kromě levého semitendinosus aktivnější svaly při nahrávce vrchem obouřuč. U ostatních probandů jsou hodnoty různorodé (viz. Tabulka 4).

Tabulka 4./ Table 4.

Porovnání posuzovaných svalů u nahrávky spodem a vrchem obouřuč./ Comparison of assessed muscles in setting.

Proband	Nahrávka	Před odbitím				Po odbití			
		BF-L	SM-L	SM-P	BF-P	BF-L	SM-L	SM-P	BF-P
1	vrchem	45,7 %	63,8 %	73,7 %	56,7 %	16,0 %	36,8 %	50,6 %	33,8 %
	spodem	78,1 %	58,7 %	83,0 %	85,3 %	28,8 %	53,0 %	65,4 %	48,6 %
2	vrchem	33,7 %	42,1 %	73,8 %	37,8 %	32,0 %	20,3 %	30,2 %	23,8 %
	spodem	31,7 %	34,4 %	81,1 %	48,1 %	14,4 %	12,7 %	34,7 %	20,2 %
3	vrchem	22,5 %	33,3 %	41,8 %	41,1 %	8,1 %	15,8 %	72,2 %	43,5 %
	spodem	43,9 %	60,0 %	89,4 %	53,4 %	12,6 %	13,9 %	65,4 %	38,8 %
4	vrchem	26,2 %	28,9 %	33,9 %	17,7 %	18,6 %	18,3 %	15,9 %	8,0 %
	spodem	42,0 %	36,1 %	61,5 %	19,7 %	56,0 %	41,7 %	32,6 %	17,4 %
5	vrchem	91,1 %	67,0 %	65,4 %	58,1 %	29,7 %	23,8 %	21,1 %	13,9 %
	spodem	71,9 %	64,8 %	63,0 %	45,8 %	19,7 %	38,5 %	66,6 %	46,6 %
6	vrchem	45,9 %	24,2 %	41,7 %	46,2 %	44,9 %	23,9 %	36,9 %	54,4 %
	spodem	50,9 %	30,7 %	35,9 %	46,4 %	44,4 %	43,8 %	37,5 %	25,0 %
7	vrchem	32,1 %	45,6 %	27,6 %	15,6 %	26,8 %	30,6 %	19,2 %	12,8 %
	spodem	51,1 %	54,6 %	65,5 %	64,6 %	27,7 %	45,0 %	41,7 %	25,4 %
8	vrchem	64,2 %	33,4 %	68,7 %	78,7 %	35,4 %	77,3 %	62,7 %	50,2 %
	spodem	64,0 %	72,4 %	55,2 %	76,5 %	32,7 %	44,3 %	33,5 %	19,9 %
9	vrchem	35,8 %	63,8 %	56,4 %	24,2 %	19,1 %	68,6 %	53,8 %	12,3 %
	spodem	65,1 %	69,9 %	59,4 %	42,2 %	27,7 %	32,1 %	39,0 %	11,4 %
10	vrchem	20,6 %	17,4 %	33,4 %	17,0 %	11,1 %	7,1 %	4,6 %	7,3 %
	spodem	23,7 %	20,4 %	20,8 %	16,3 %	8,4 %	8,6 %	19,7 %	12,3 %
11	vrchem	33,4 %	41,8 %	38,4 %	34,0 %	34,4 %	30,6 %	19,6 %	8,3 %
	spodem	31,7 %	30,3 %	80,6 %	30,5 %	12,8 %	22,7 %	31,1 %	10,5 %
12	vrchem	47,6 %	81,1 %	38,1 %	13,3 %	57,7 %	76,8 %	31,3 %	7,3 %
	spodem	56,2 %	70,1 %	72,0 %	20,1 %	51,5 %	67,6 %	38,1 %	17,9 %

Poznámka. BF-L = Biceps femoris levý; SM-L = Semitendinosus levý; SM-P = Semitendinosus pravý; BF-P = Biceps femoris pravý

Výsledky výpočtů inferenční statistiky

V tabulkách 5 a 6 uvádíme výsledky výpočtu Mannova-Whitneyho U testu, který jsme zvolili na základě výsledku Shapiro – Wilkova testu normality rozdělení dat. Nejprve jsme porovnávali pravou a levou skupinu hamstringů (tabulka 5). Na základě porovnání výsledků, lze konstatovat, že není rozdíl mezi pravou a levou skupinou hamstringů a pohyb je tak vykonáván symetricky.

Nicméně při porovnání nahrávky spodem obouřuč a nahrávky vrchem obouřuč (tabulka 6), lze konstatovat, že na základě výpočtů, je statisticky významný rozdíl u pravého Bicepsu femoris a také u pravého Semitendinosus ve fázi před odbitím. V ostatních porovnávaných parametrech statisticky významný rozdíl nebyl prokázán.

Tabulka 5./ Table 5.

Mann-Whitney U test rozdíl mezi pravou a levou stranou./ Mann-Whitney U test the difference between the right and left sides.

Nahrávka	Fáze	Svaly	P-hodnota
Spodem obouruč	před odtitím	Biceps femoris	0,5942
	před odtitím	Semitendinosus	0,0658
	po odtití	Biceps femoris	0,8235
	po odtití	Semitendinosus	0,1511
Vrchem obouruč	před odtitím	Biceps femoris	0,2855
	před odtitím	Semitendinosus	0,5237
	po odtití	Biceps femoris	0,2429
	po odtití	Semitendinosus	0,5744

Tabulka 6./ Table 6.

Mann-Whitney U test rozdíl mezi typy nahrávek./ Mann-Whitney U test the difference between the types of setting.

Fáze	Sval	P-hodnota
Před odtitím	Biceps femoris pravý	0,0337
	Biceps femoris levý	0,1939
	Semitendinosus pravý	0,0097
	Semitendinosus levý	0,2493
Po odtití	Biceps femoris pravý	0,7036
	Biceps femoris levý	0,7310
	Semitendinosus pravý	0,1774
	Semitendinosus levý	0,7548

Diskuze a závěry

Studie se zabývala aktivitou hamstringů při nahrávce v plážovém volejbale. Hamstringy jsou velmi důležitou skupinou svalů pro hráče plážového volejbalu především kvůli jejich funkci dopínání kolen a kyčlí, je to důležité obecně pro lokomoci na písku, nicméně hlavně je tato funkce třeba u nahrávky, výskoku na blok a rozběhu na směr. Hodnocena byla aktivita vybraných svalů při nahrávce spodem obouruč v porovnání s nahrávkou pomocí odtití obouruč vrchem.

Z výsledků inferenční statistiky lze konstatovat, že strany jsou do nahrávky zapojené symetricky. Nicméně statisticky významný rozdíl se projevuje mezi nahrávkou pomocí odtití vrchem obouruč a odtitím spodem obouruč u pravého bicepsu i u pravého semitendinosus. To je dle nás způsobeno tím, že při nahrávce pomocí odtití vrchem obouruč se více zapojují svaly horních končetin a pro dosažení stejné výšky nahrávky tak není třeba tak vysoká aktivace dolních končetin. Nicméně statisticky významný rozdíl vyšel pouze v této fázi pohybového úkolu, takže náš předpoklad nelze potvrdit v plném rozsahu jeho znění. V dalších studiích by bylo zajímavé posoudit zapojení deltových svalů do nahrávky vrchem obouruč a spodem obouruč, případně posuzovat kombinaci deltových svalů a hamstringů.

Pro volejbal a plážový volejbal je typická stranová orientace. Hráči jsou vyhranění praváci nebo leváci. Dominance horních končetin je využívána pro hráčskou specializaci. Levoručí hráči jsou většinou v šestkovém volejbale využíváni jako univerzální hráči a v plážovém volejbale je výhodná kombinace pravoruký a levoruký, protože pravorukému se lépe útočí z levého kúlu a naopak (Vavák, 2011).

Porovnání hodnot MVC ukazuje, že některých probandů je velký nepoměr mezi pravou a levou stranou (probandi 1, 4, 9, 11). To může odkazovat ke svalovým dysbalancím. Zároveň lze poukázat na velké rozdíly mezi jednotlivými probandy v souboru v hodnotách MVC. Pro příklad lze porovnat hodnoty MVC probanda 3 s probandem 12. V tomto případě by stálo zjišťovat, zda jsou probandi s vyššími hodnotami MVC podrobeni obecné nebo specializované kondiční přípravě oproti probandům s nižšími výsledky MVC. Případně se pokusit postihnout faktory, které za velikost MVC ovlivňují.

Podle Laka (2010) dominance jedné končetiny se promítá i do rozložení sil při odporových cvičeních. Rozdíl v působení jedné či druhé končetiny bývá značný, nicméně toto rozložení nekoreluje s lateralitou horních končetin (Lake, 2010).

Nejvíce namáhanými klouby v plážovém volejbale jsou klouby ramenní, kyčelní a kolenní. Pro funkci kolenních a kyčelních kloubů jsou hamstringy důležité. V budoucích studiích bychom se rádi zaměřili na konkrétní vliv skupiny hamstringů na mobilitu v kyčelním kloubu. U ramenního kloubu se správná funkce odvíjí od funkce statických a dynamických stabilizátorů. Pletenec ramenní je nejpohyblivější segment lidského těla. Právě díky tomu se můžeme setkat s jeho nestabilitou a tím pádem je náchylný k různým druhům zranění. Při tréninkovém procesu může docházet ke vzniku mikrotraumat a na jejich základě vznikají dysbalance a bolestivé syndromy v této oblasti (Martínková, 2013; Dylevský, 2009).

Ve studii poruch hybného systému u hráček volejbalu Vorálka (2007) se potvrzuje teorie o přítomnosti svalových dysbalancí. Dysbalance se týkají především horních fixátorů lopatek a insuficiencí serratus anterior, dále zkrácení pectoralis major, minor a sternocleidomastoideus, to vede k vadnému držení těla s projevem protrakce ramen, předsunuté držení hlavy, zvětšené krční lordózy a hrudní kyfózy. Tyto svalové dysbalance, ve smyslu horního zkříženého syndromu potvrzuje u volejbalistů i Page ve své studii z roku 2011 (Page, 2011; Vorálek, 2007).

Dle Reesera (2006) je zranění ramenního kloubu uváděno jako třetí nejčastěji způsobené zranění. Mezi chronickými potížemi se řadí dokonce na druhé místo (Jadhav et al. 2010; Page et al., 2011; Reeser et al., 2006; Verhagen et al., 2004; Vorálek et al., 2007; Zetou et al., 2006).

Soylu (2020) se zabýval vztahem mezi rovnováhou, silou kolenního kloubu, výškou skoku a rizikem zranění u volejbalistek. Jeho studie prokázala významný vztah mezi hodnotami skokových testů a ohebností kolene. V rámci prevence je proto nutné věnovat pozornost kompenzaci flexorů kolenního kloubu v tréninkovém procesu. Podobným problémem pomocí EMG se zabývá především Padulo (2013), který monitoruje aktivaci svalu bicepsu femoris při různých typech skokových cvičení. Podle Padula (2013) jsou tato zranění při špatné technice doskoků běžná (Soylu et al., 2020; Padulo et al., 2013).

Limity studie jsou ve velikosti souboru. Tento limit jsme se snažili kompenzovat tím, že hráčky ovládaly správné technické provedení dle norem a zároveň jsme do zpracování dat zařazovali pouze technicky nejlépe provedené a zároveň zdařené pokusy. Testování neprobíhalo v tréninkovém nebo zápasovém tempu, z důvodu, aby zvýšená tepová frekvence neovlivňovala techniku provedení jednotlivých pokusů. Dalším limitem studie je málo zdrojů do diskuze. Studií na podobné téma je velmi málo, nicméně jsme se pokusili diskuzi pojmut více ze strany důležitosti hamstringů pro funkci kyčelního kloubu a jako flexorů kolenního kloubu.

Empirická data byla získána v rámci řešení grantového projektu UJEP-SGS-2023-43-007-2.

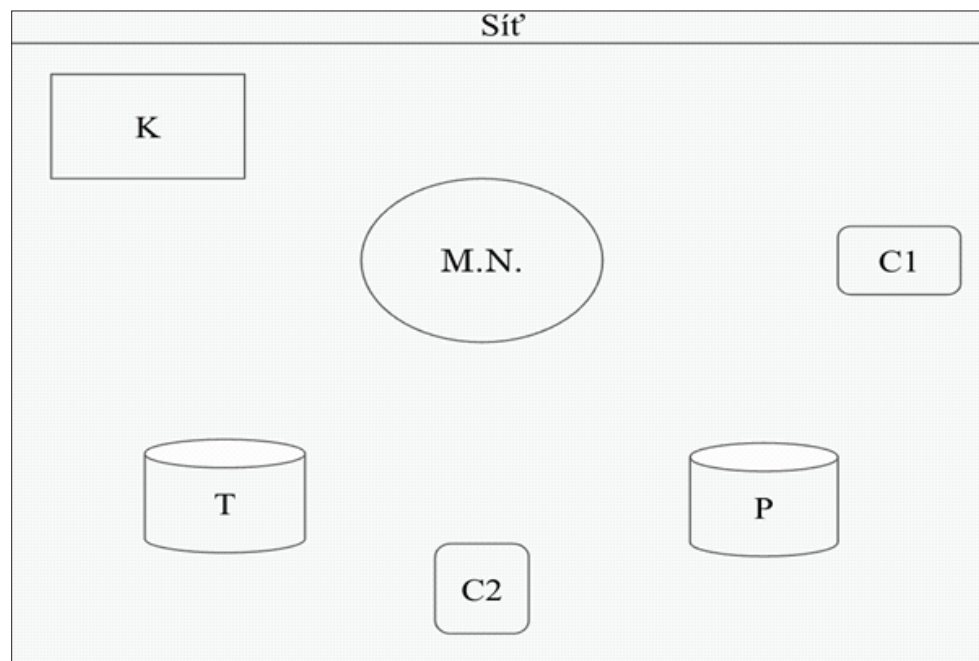
Literatura

- Císař, V. (2005). *Volejbal: technika a taktika hry, průpravná cvičení*. Grada.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Grada.
- Hargrove, L., Englehart, K., & Hudgins, B. (2007). A Comparison of Surface and Intramuscular Myoelectric Signal Classification. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 54(5), 847–853.
- Hermens, H., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374.
- Jadhav, K. (2010). A Survey of Injuries Prevalence in Varsity Volleyball Players. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 6(2), 102–105.
- Janda, V. (2004). *Svalové funkční testy*. Grada.
- Kaplan, O., & Džavoronok, M. (2001). *Plážový volejbal: průpravná cvičení, pravidla hry, herní kombinace, rekreační formy*. Grada.
- Konard, P. (2005). *The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Noraxon Inc.
- Krobot, A., Kolářová, B. (2011). *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. Univerzita Palackého v Olomouci.

- Lake, P., Lauder, A., Smith, A. (2010). The effect that side dominance has on barbell power symmetry during the hang power clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3180–3185.
- Martinková, J. (2013). *Sportovní úrazy a přetížení pohybového aparátu sportem: praktický průvodce pro zdravotníky i laiky*. Mladá fronta.
- Myers, T. (2009). *Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists*. Elsevier.
- Padulo, J., Tiloca, A., Powell, D., Granatelli, G., Bianco, A., & Paoli, A. (2013). EMG amplitude of the biceps femoris during jumping compared to landing movements. *SpringerPlus*, 2(1), 2–7.
- Page, P. (2011). Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *The International journal of sports physical therapy*, 6(1), 51–58.
- Reeser J., Fleisig, H., Bolt, B. & Ruan, M. (2010). Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 2.
- Soylu, Ç., Altundağ, E., Akarçeşme, C., & Ün Yildirim, N. (2020). The relationship between isokinetic knee flexion and extension muscle strength, jump performance, dynamic balance and injury risk in female volleyball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 502–514.
- Vavák, M. (2011). *Volejbal: kondiční příprava*. Grada.
- Vlach, J., & Chalupa, J. (2018). *Beachvolejbal ve fotografii a schématech, aneb, Umíme to také tak*. Mladá fronta.
- Vorálek, R. (2007). Poruchy pohybového aparátu a svalové dysbalance u hráček volejbalu ve věku 15–19 let. *Rehabilitácia*, 44(1), 14–20.
- Zetou, E. (2006). Factors related to the incidence of injuries' appearance to volleyball players. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 19(4), 129–134.

Příloha 1./ Appendix 1.

Závislost koeficientu ECM/BCM na věku./ Court Layout for Testing.



Poznámka. K = Koš; M.N. = Místo realizace nahrávky; T = trenér nahazující míče; P = výchozí místo probanda, ze kterého se dostává do M.N. ve kterém realizuje nahrávku; C1 = Kamera 1; C2 = Kamera 2

Mgr. Tomáš Polívka, Ph.D.

Pedagogická fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně

Katedra Tělesné výchovy a sportu

České mládeže 8, Ústí nad Labem 400 01

tomas.polivka@ujep.cz