

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

VLIV CVIČENÍ S POMŮCKOU MARRKO CORE NA TRUPOVOU STABILITU U HRÁČEK HÁZENÉ V JUNIORSKÉ KATEGORII

Diplomová práce

Autor: Bc. Kateřina Španělová

Studijní program: Aplikovaná fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Olomouc 2026

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Bc. Kateřina Španělová

Název práce: Vliv cvičení s pomůckou Marrko Core na trupovou stabilitu u hráček házené v juniorské kategorii

Vedoucí práce: Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Rok obhajoby: 2026

Abstrakt:

Diplomová práce se zaměřuje na zhodnocení vlivu šestitýdenní intervence s využitím pomůcky Marrko Core na úroveň trupové stability a vybrané funkční parametry pohybového aparátu u mladých výkonnostních házenkářek. Výzkumný soubor tvořilo 15 hráček juniorské kategorie (DHK ZORA Olomouc), které byly rozděleny na výzkumnou a kontrolní skupinu. K objektivizaci změn byla využita testovací baterie zahrnující Bourbanův test, Y-Balance test pro horní i dolní končetiny, ruční dynamometrii rotátorů ramenního kloubu a goniometrii hrudní páteře. Výsledky prokázaly statisticky významné zlepšení dynamické stability pravé horní končetiny u výzkumné skupiny ($p < ,05$). U ostatních sledovaných parametrů nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi výzkumnou a kontrolní skupinou, což naznačuje, že zjištěná zlepšení byla primárně výsledkem přirozené adaptace na herní zátěž v rámci probíhající soutěžní sezóny. Získaná data naznačují, že pomůcka Marrko Core představuje vhodný doplňkový nástroj pro rozvoj neuromuskulární kontroly horních končetin.

Klíčová slova:

Házená, trupová stabilita, Marrko Core, Y-Balance test, dynamická stabilita, silový poměr ramene

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Bc. Kateřina Španělová
Title: The Effect of Exercises Using the Marrko Core Device on Trunk Stability in Junior Female Handball Players

Supervisor: Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.
Department: Department of Physiotherapy
Year: 2026

Abstract:

This thesis focuses on evaluating the effect of a six-week intervention using the Marrko Core device on trunk stability and selected functional parameters of the musculoskeletal system in young competitive female handball players. The study sample consisted of 15 junior-level players (DHK ZORA Olomouc), who were divided into a treatment group and a control group. To objectively measure changes, a test battery was used that included the Bourban test, the Y-Balance test for both upper and lower limbs, hand-held dynamometry of the shoulder joint rotators, and goniometry of the thoracic spine. The results demonstrated a statistically significant improvement in the dynamic stability of the right upper limb in the experimental group ($p < .05$). For the other parameters examined, no statistically significant difference was found between the experimental and control groups, suggesting that the observed improvements were primarily the result of natural adaptation to game-related stress during the ongoing competitive season. The data suggest that the Marrko Core device is a suitable supplementary tool for developing neuromuscular control of the upper limbs.

Keywords:

handball, core stability, Marrko Core, Y-Balance test, dynamic stability, shoulder strength ratio

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Jarmily Štěpánové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Pro stylistické úpravy textu, úpravu formy textu a pro anglický překlad kapitoly *Abstrakt* a *Souhrn* byla využita umělá inteligence.

V Olomouci dne 29. dubna 2026

.....

Děkuji vedoucí práce Mgr. Jarmile Štěpánové, Ph.D. za cenné rady, veškerou pomoc, trpělivost a čas, který mi věnovala při vedení této diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala doc. Mgr. Janu Bělkovi, PhD. za pomoc při praktické části diplomové práce. Děkuji také hráčkám z DHK Zora Olomouc za účast ve výzkumu. Děkuji RNDr. Milanu Elfmarkovi za pomoc při statistickém zpracování dat. V neposlední řadě bych ráda poděkovala všem blízkým za podporu a trpělivost během celého studia.

OBSAH

Obsah	7
1 Úvod	9
2 Házená	10
2.1 Riziko zranění v házené.....	11
3 Trupová stabilita	12
3.1 Biomechanika ramenního kloubu.....	13
3.2 Propojení středu těla a ramene	15
3.3 Role lopatky v přenosu sil mezi středem těla a ramenním kloubem	15
3.4 Vliv trupové stability na hod	16
3.5 Poměr síly do zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu	18
3.5.1 Změny v průběhu sezóny	20
3.6 Bourban trunk muscle strenght test.....	20
3.7 Y-balance test	22
4 Marrko Core	25
4.1.1 Princip cvičení Marrko Core	25
4.1.2 Cvik Marrko	26
4.1.3 Cvik Butterfly	27
4.1.4 Cvik Wops	27
4.1.5 Biomechanické a fyziologické aspekty cvičení	27
5 Cíle	29
5.1 Hlavní cíl.....	29
5.2 Dílčí cíle	29
5.3 Výzkumné hypotézy	29
6 Metodika	31
6.1 Výzkumný soubor	31
6.2 Metody sběru dat	31
6.3 Výzkumné metody	33
6.4 Statistické zpracování dat	35
7 Výsledky	36

7.1	Výsledky k hypotéze č. 1	36
7.2	Výsledky k hypotéze č. 2	37
7.3	Výsledky k hypotéze č. 3	41
7.4	Výsledky k hypotéze č. 4	44
7.5	Výsledky k hypotéze č. 5	47
7.6	Výsledky k hypotéze č. 6	51
8	Diskuse	56
8.1	Diskuse k hypotéze H1	58
8.2	Diskuse k hypotéze H2	59
8.3	Diskuse k hypotéze H3	60
8.4	Diskuse k hypotéze H4	60
8.5	Diskuse k hypotéze H5	62
8.6	Diskuse k hypotéze H6	63
8.7	Limity práce	63
9	Závěry	65
10	Souhrn	66
11	Summary	67
12	Referenční seznam	68
13	Přílohy	72
13.1	Vyjádření etické komise	72
13.2	Vzor informovaného souhlasu	73
13.3	Anamnestický dotazník	74

1 ÚVOD

Házená je kolektivní sport, ve kterém proti sobě nastupují dva sedmičlenné týmy. Jde o všestrannou pohybovou aktivitu kombinující prvky míčových her, atletiky, gymnastiky i kontaktních sportů. Hráči jsou během utkání vystavováni neustálému střídání akcelerací, rychlých změn směru, výskoků, dopadů a explozivních hodů, to vše často v těsném osobním kontaktu se soupeřem. Díky své univerzálnosti je vhodná pro různé věkové kategorie i tělesné typy. Týmová spolupráce podporuje rozvoj sociálních dovedností.

Klíčovým předpokladem pro efektivní a bezpečné provedení všech herních činností je trupová stabilita. Střed těla nepředstavuje pouze spojnici mezi horními a dolními končetinami, ale funguje jako centrální pilíř a hlavní distributor síly. V házené, nejčastěji při hodu, probíhá pohyb vždy prostřednictvím svalových řetězců. Výbušná síla je generována od nohou a pánve, plynule prochází přes zpevněný trup a následně je transferována do paže a samotného míče. Pokud je střed těla oslabený nebo nedokáže včas zareagovat, dochází v tomto řetězci k energetickým ztrátám. Tělo pak musí chybějící sílu trupu kompenzovat přetěžováním povrchových svalů zad, ramenních kloubů či bederní páteře, což nejen snižuje samotný sportovní výkon, ale radikálně zvyšuje riziko zranění. Bylo zjištěna existence dopředné kontrakce, kdy u zdravého jedince se svaly středu těla aktivují v řádu milisekund předtím, než dojde k samotnému pohybu končetiny. Trup se díky tomu předem zpevní, vytvoří stabilní základnu a umožní končetinám vyvinout maximální sílu a rychlost. Pokud je tento dopředný mechanismus zpožděný nebo dysfunkční, končetiny nemají potřebnou oporu a celý pohybový vzor se stává neefektivním. Aktivita středu těla je tedy důležitým faktorem jakožto výchozí část pohybu.

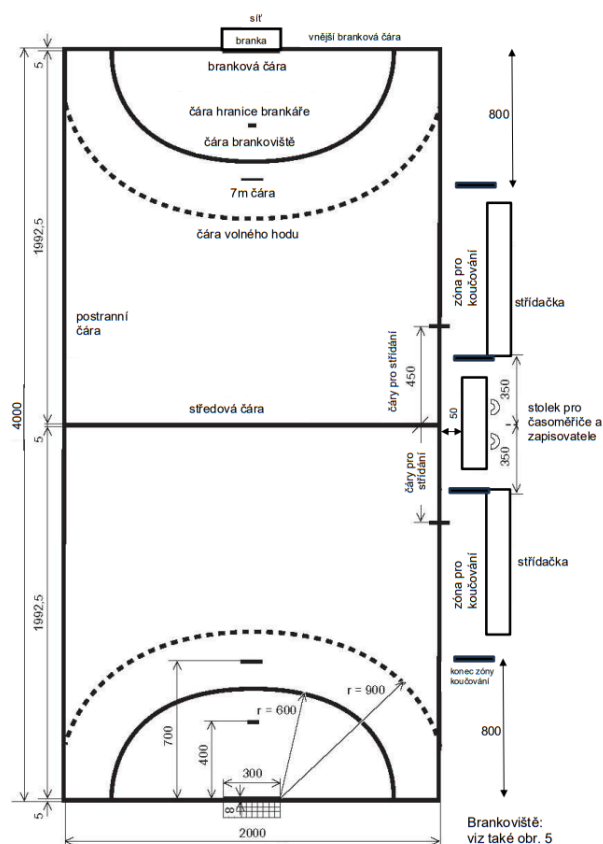
Cvičební systém MARRKO CORE je rehabilitační metodou, která se primárně zaměřuje na aktivaci a stabilizaci hlubokého stabilizačního systému páteře. Metoda využívá principu vzájemného propojení stabilizačních svalových řetězců, čímž dochází k efektivnímu posílení i protažení povrchových i hlubokých svalů trupu. Při cvičení vzniká dynamický odpor na principu odstředivé síly, na který musí tělo reaktivně odpovídat, čímž dochází k efektivní koaktivaci a současnému posílení i protažení povrchových a hlubokých vrstev svalstva trupu.

2 HÁZENÁ

Házená je rychlý a dynamický týmový sport, ve kterém proti sobě stojí dvě sedmičlenná družstva, tvořená brankářem a šesti hráči v poli. Zápasy probíhají v halách na hřišti o rozměrech 40 × 20 metrů, které je zakončeno brankami s vyznačeným brankovištěm, kam smí vstoupit pouze brankář bránícího družstva. Hráči se snaží dosáhnout gólu pomocí rukou, přičemž s míčem mohou udělat maximálně tři kroky, držet ho nejvýše tři sekundy nebo s ním driblovat. Ke hře patří fyzický kontakt, obránci mohou k blokování soupeře použít tělo nebo mu otevřenou rukou vypíchnout míč, ale zakázáno je držení, odstrkování či vytrhávání míče, což se trestá až dvouminutovým vyloučením či diskvalifikací. Standardní hrací doba je rozdělena na dva poločasy po 30 minutách s desetiminutovou přestávkou. Tento všestranný olympijský sport, který spojuje prvky atletiky, gymnastiky a úpolových sportů je výborným prostředkem pro rozvoj týmové spolupráce a sociálních dovedností. Je vhodný pro hráče jakéhokoli somatotypu a přístupný pro většinu věkových kategorií (Český svaz házené, 2022).

Obrázek 1

Hrací plocha házené



Poznámka. Obrázek převzat z webu Českého svazu házené, 2022.

2.1 Riziko zranění v házené

Házená je považována jako nejrizikovější týmový sport z hlediska výskytu zranění (Soligard et al., 2023).

Četnost výskytu zranění v průběhu jedné sezóny sledovala studie Møller et al. z roku 2025 u elitních dánských házenkářů a házenkářek ve věku 14-18 let. Předchozí zranění ramene, kolene nebo kotníku uvedlo 46 % hráčů. Během sledované sezóny se zranilo 21 % hráčů, z toho 13 % mělo zranění, které omezilo jejich trénink nebo výkon. Nejvíce zranění vzniklo v zápasech. Dívky byly nejčastěji zraněny v oblasti kolenního kloubu, chlapci v oblasti ramenním kloubu, přičemž četnost zranění byla u obou pohlaví podobná. Třetina zranění bylo opakovaných, z toho 44 % hráčů rozhodlo o návratu ke sportu sami. Zdravotník, nejčastěji fyzioterapeut, byl zapojen pouze v cca polovině případů.

3 TRUPOVÁ STABILITA

Definice trupové stability se v literatuře liší. Nejčastější definice říká, že jde o kontrolu polohy a pohybu trupu nad pávní, což umožňuje efektivní přenos síly během sportovního výkonu. Mezi další definice by se mohlo řadit neuromuskulární řízení trupu nebo schopnost udržet a obnovit rovnováhu trupu po vychýlení. Ve sportech, jako je házená, kde jsou rychlé akce a změny směru velmi časté, může dobře fungující střed těla přispívat k efektivnějšímu provedení pohybů a lepšímu přenosu sil, což může zlepšit celkový výkon sportovce. (Akcinar & Macit, 2020; Enoki et al., 2024).

Hodges et al. (1997) zjistili existenci dopředné kontrakce, při níž se svaly trupu aktivují dříve než svaly končetin. Aktivita středu těla je tedy důležitým faktorem jakožto výchozí část pohybu.

Posílení středu těla má významný a prokazatelně pozitivní vliv na sílu svalů ramenního pletence. Z biomechanického hlediska tvoří svaly středu těla a svaly ramenního kloubu propojený systém neboli kinetický řetězec. Zvýšení stability na proximální úrovni tohoto řetězce (ve středu těla) pomáhá lépe přenášet sílu, což prokazatelně zvyšuje celkový výkon a sílu na distálních končetinách, tedy právě v ramenou (Giovannetti de Sanctis et al., 2024).

Dochází k celkovému zvýšení svalové síly ramen, což bylo testováno u hráčů plážového volejbalu, kdy pouhý čtyřtýdenní domácí program zaměřený na střed těla vedl ke statisticky významnému nárůstu maximální izometrické síly ramene. Zlepšení se projevilo ve všech testovaných pozicích: při maximální flexi, při 135° abdukci i v pozici ABER (90° abdukce a 90° zevní rotace). Největší zlepšení přitom nastalo právě v pozici ABER, která je u overhead sportovců zásadní (Giovannetti de Sanctis et al., 2024).

Studie provedená na tenistech s poraněním rotátorové manžety zjistila, že zařazení osmítýdenního tréninku středu těla (jako doplňku k běžnému tréninku) výrazně zvýšilo svalovou sílu horních končetin a stabilitu ve srovnání s kontrolní skupinou. Značné zlepšení bylo pozorováno zejména u vnitřní i vnější rotace ramene, což bývají oslabená místa právě při zranění rotátorové manžety. Spolu s nárůstem síly vede trénink středu těla také k pozitivním strukturálním změnám v rameni, jako je nárůst tloušťky a délky svalových vláken klíčových svalů např. m. supraspinatus (Ersever & Goktas, 2025).

Autoři Sasaki et al. ve své studii z roku 2019, která zkoumala efekt tréninku středu těla na neuromuskulární kontrolu dolních končetin a trupu při dopadu po výskoku a dřepu na jedné noze, prokázali snížení laterálního pohybu trupu při dřepu na jedné noze po 8-týdenním tréninku středu těla. Výzkumy ukazují, že způsob, jakým sportovec kontroluje trup ve frontální rovině, může výrazně ovlivnit zatížení kolenního kloubu. Pokud při dopadu dochází k většímu bočnímu

vychýlení trupu, mění se směr reakční síly a zvyšuje se páka působící na koleno. To vede k vyššímu zatížení ve valgózním postavení, které může přispívat ke vzniku poranění předního zkříženého vazů. Účastníci ve výzkumné skupině vykazovali také větší předklon trupu, flexi v kyčelních a kolenních kloubech při dopadu po výskoku a dřepu na jedné noze, což ukazuje na zlepšenou neuromuskulární kontrolu. Větší předklon trupu a s tím související větší flexe v kyčelních a kolenních kloubech při změnách směru pohybu a dopadech může snížit riziko poranění ACL.

3.1 Biomechanika ramenního kloubu

Pohyb a přenos hybnosti začíná u nohou a pánve, a následně se řetězí přes trup až k házející paži a samotnému míči. Z biomechanického hlediska slouží pánev jako klíčové spojení mezi dolními končetinami a trupem, přičemž představuje stabilní základnu pro zahájení jeho rotace. Samotný pohybový řetězec je iniciován právě rotací pánve, avšak u žen je v přípravné fázi specifická menší míra její rotace a retroverze ve srovnání s muži. Po odhození míče navíc u žen často chybí plynulé dotočení pánve ve směru hodu a namísto toho dochází k jejímu zpětnému pohybu do zevní rotace. Na pohyb pánve plynule navazuje rotace a následná flexe trupu. Významným specifikem ženské biomechaniky je dominantní aktivita v sagitální rovině, kdy hráčky při generování a přenosu kinetické energie spoléhají primárně právě na flexi trupu. V porovnání s muži, jejichž technika je více závislá na rotačních složkách pohybu, dosahují ženy výrazně vyšší rychlosti flexe, která navíc začíná dříve a maximální rychlosti dosahuje již ve fázi zrychlení hodu. Současně je u žen před samotným hodem pozorována rychlejší extenze trupu, která slouží jako dynamický protipohyb. Z trupu se následně vygenerovaná kinetická energie přesouvá do házející horní končetiny. Na pohyby trupu bezprostředně navazuje extenze lokte a horizontální addukce ramenního kloubu, přičemž celý pohyb je zakončen prudkou vnitřní rotací ramene. Během fáze nápřahu vykazují házenkářky signifikantně větší úhly zevní rotace ramene. Tento zvětšený rozsah pohybu v nápřahu umožňuje výraznější předpětí svalových vláken *musculus pectoralis major* a *musculus subscapularis*, což následně usnadňuje explozivní zrychlení paže a odhození míče (Serrien et al., 2015).

Několik studií již potvrdilo, že při hodu se v házené nevyužívá čistá proximálně-distální sekvence, tedy že distální části těla dosáhnou maximální rychlosti až po částech proximálních, což je z hlediska využitelnosti energie neefektivnější. Avšak při hodu v házené loket dosahuje své maximální úhlové rychlosti dříve než rameno, a to těsně před vypuštěním míče. Maximální úhlová rychlost vnitřní rotace ramenního kloubu nastává velmi krátce, až po vypuštění míče. Hod se vyznačuje velkou abdukci a extrémní zevní rotací ramenního kloubu během nápřahu, na který

navazuje prudká vnitřní rotace. Nejvyšší zátěž na ramenní kloub nastává při deceleraci paže a vnitřní rotační moment ramenního kloubu dosahuje svých maximálních hodnot až bezprostředně po odhozu míče (Skejø et al., 2019; Torabi et al., 2022).

Během dvou sekund trvajícího hodu se musí svaly dynamicky střídat a zapojovat přesně ve specifických momentech. Při pohybu paže vzad než rameno dosáhne maximální extenze, abdukce a zevní rotace mají nejvyšší aktivitu všechny tři části m. trapezius a m. infraspinatus. Klíčovou roli zde má m. serratus anterior. Jeho úkolem je rotovat lopatku vzhůru, čímž zvětšuje subakromiální prostor v ramenním kloubu a chrání jej. Zároveň musí vyvinout excentrickou sílu pro zastavení prudké retrakce lopatky při rychlém zapažení ruky. Jakmile paže vyrazí prudce vpřed, aktivita m. trapezius klesne a hlavní práci přebírají m. pectoralis major a m. serratus anterior. Během této explozivní fáze vykazují oba tyto svaly maximální míru své aktivace. V přesný okamžik odhozu míče se prudce aktivuje m. latissimus dorsi, který se do té doby do hodu zapojoval jen minimálně. Zároveň se v tento moment masivně zaktivuje m. trapezius pars ascendent, a to až na 83 % maxima. Zevní rotátory po celou dobu pohybu fungují jako dynamické stabilizátory ramenního kloubu. Bylo zjištěno rozdílné zapojení m. serratus anterior u hráček házené, které mají bolest ramene oproti zdravým hráčkám. U hráček trpících bolestí ramene je maximální aktivita svalu ve fázi nápřahu prokazatelně nižší než u hráček bez bolesti a sval si udržuje zhruba stejnou, plošší úroveň zapojení během všech fází hodu. Snížená aktivita při nápřahu může souviset s tím, že hráčky s bolestí provádějí zapažení pomaleji, čímž snižují nároky na excentrické brzdění lopatky, na které je m. serratus anterior primárně určen. Důsledkem může být neoptimální zapojení celého kinetického řetězce a horší přenos síly z trupu do paže. (Sinka et al., 2024; Torabi et al., 2022).

V házené se používají tři typy hodu, a to hod z místa, hod s rozběhem a hod s výskokem. Typ hodu má přímý vliv na výslednou rychlost odhozeného míče. Zcela nejvyšší rychlosti je dosahováno při hodu s rozběhem. Na druhém místě je hod z místa a až za ním následuje hod s výskokem. Rozdíly v celkové rychlosti míče lze z velké části vysvětlit právě odlišnou úhlovou rychlostí v rameni. U obou typů hodů s pevnou oporou nohou, tedy u hodu z místa i s rozběhem, je maximální úhlová rychlost vnitřní rotace ramene významně vyšší než u hodu s výskokem. Maximální úhly v rameni jako je extrémní zevní rotace nebo flexe v nápřahu a načasování zapojení jednotlivých svalů horní končetiny se ale mezi jednotlivými typy hodů nijak neliší (Skejø et al., 2019).

3.2 Propojení středu těla a ramene

Koncept kinetického řetězce vychází z teorie, že lidské tělo funguje jako propojený systém, ve kterém pohyb jednoho tělesného segmentu bezprostředně ovlivňuje všechny další proximální i distální segmenty (Gasibat & Kamalden, 2021).

Při pohybech nad hlavou se jedná o sekvenční zapojení těla, které postupuje v přesném načasování od dolních končetin přes trup až k horní končetině. Hlavními generátory síly v kinetickém řetězci nejsou paže, ale dolní končetiny a trup. Přibližně 50 % veškeré kinetické energie a síly pro celkový pohyb hodu pochází právě z oblasti pánve a trupu. Trup je naprosto nezbytnou strukturou, která zprostředkovává transfer síly vytvořené dolními končetinami směrem k horním končetinám. Koordinované svaly dolních končetin a pánve vytvoří stabilní základnu, o kterou se trup může opřít při své rotaci a flexi, a tím posouvá energii řetězcem dál. Zásadním prvkem pro úspěšný přenos této energie do paže a následně do ruky a míče je lopatka. Její správná poloha a pohyb poskytují stabilní základnu pro rotaci paže. Vytvoření této proximální stability ramene a trupu je nezbytné pro efektivní přenos síly přes ramenní kloub, který se při hodu pohybuje extrémní úhlovou rychlostí. Klíčovým principem tohoto mechanismu je fakt, že jakýkoliv funkční deficit, svalová slabost či omezený rozsah pohybu v dolní polovině těla negativně ovlivňuje efektivní přenos kinetické energie směrem k horním končetinám. Pokud se z pánve a trupu přenesou do paže o pouhých 20 % méně kinetické energie, rameno musí zvýšit svou rotační rychlost o 34 %, aby dokázalo vygenerovat stejnou sílu hodu (Gasibat & Kamalden, 2021; Seroyer et al., 2010).

3.3 Role lopatky v přenosu sil mezi středem těla a ramenním kloubem

Lopatka funguje v kinetickém řetězci jako zcela zásadní převodník pro přenos energie z dolních končetin a trupu do paže a následně do ruky a míče. Při hodu je explozivní síla generována v nohách, prochází přes stabilní trup a právě lopatka zprostředkovává její finální přesun na paži. Lopatka, ovládaná svaly jako je m. serratus anterior, m. trapezius nebo m. romboidei, se musí správně polohovat, aby poskytla pevnou a stabilní oporu pro hlavici humeru. Během akcelerační fáze hodu, kdy paže podstupuje extrémně rychlou vnitřní rotaci, lopatka svou včasnou protrakcí udržuje tuto základnu pevnou. Lopatka pracuje synchronně se svaly rotátorové manžety, aby během celého hodu udržela střed rotace ramenního kloubu ve fyziologickém a bezpečném rozmezí. Pro maximální rychlost hodu je nutné, aby na sebe pohyby jednotlivých segmentů těla plynule navazovaly. Lopatka je tím místem, které usnadňuje přesun kinetické energie z centra těla distálně do ruky (Seroyer et al., 2010; Torabi et al., 2022).

Dyskineze lopatky je v mnoha zdrojích identifikována jako významný rizikový faktor pro vznik zranění a bolesti ramene u overhead sportovců. Kombinace dyskineze lopatky, snížené síly zevních rotátorů a náhlého zvýšení tréninkové zátěže prokazatelně přispívá k rozvoji bolesti ramene. Z hlediska biomechaniky vede dyskineze lopatky k nedostatečné retrakci během fáze pozdního nápřahu. To má za následek zmenšený rozsah zevní rotace ramene a přímo to může způsobovat subakromiální impingement syndrom. Aby se vykompenzovala dysfunkční lopatka v kinetickém řetězci, ramenní kloub musí generovat mnohem vyšší síly k udržení rychlosti hodu, což vede k jeho dalšímu přetěžování (Seroyer et al., 2010; Sinka et al., 2024; Torabi et al., 2022).

3.4 Vliv trupové stability na hod

Cvičení zaměřená na stabilitu středu těla, obzvláště ta prováděná v nestabilních podmínkách, cíleně stresují neuromuskulární systém, který se musí přizpůsobovat vnější zátěži a stabilizovat trup. Tím, že jsou klouby vystaveny těmto destabilizačním silám, dochází k vytváření efektivnějších neuromuskulárních vzorců a zvýšení celkové produkce síly (Saeterbakken et al., 2011).

Meta-analýza autorů Rodríguez et al. (2025) zkoumala korelaci mezi trupovou stabilitou a výkonem při hodu v házené. Ve studiích byl výkon hráčů při hodu hodnocen podle rychlosti hodu ve třech různých podmínkách: z klidového postoje, po krátkém rozběhu a po výskoku. Při hodu z místa se ukázalo, že hráči, kteří absolvovali trénink stability středu těla, měli výrazně vyšší rychlost hodu než kontrolní skupina. Podobně i při hodu po rozběhu se rychlost hodu zlepšila, i když v menší míře, a také při hodu po výskoku byl lepší výkon hráčů, kteří podstoupili trénink stability středu těla. Tyto výsledky naznačují, že trénink stability středu těla podporuje efektivnější přenos síly z trupu do horních končetin a přispívá ke zlepšení celkového hodu v různých herních situacích.

Ve studii Sinka et al. (2024) byla zjištěna pozitivní souvislost mezi stabilitou trupu měřenou výdrží ve vzporu na předloktí a celkovou přesností hodu, stejně jako s přesností střelby do horních rohů branky. Rovněž stabilita bočního svalového řetězce trupu měřená bočním vzporem na předloktí dominantní strany pozitivně souvisí s celkovou přesností hodu a úspěšností zásahů do horních rohů. Po 12-ti týdenním tréninkovém programu, který byl zaměřený na posílení a stabilitu trupu a ramen, došlo k signifikantnímu zlepšení celkové přesnosti hodu o 8 % a k nárůstu rychlosti hodu o více než 14 %. Zvýšená stabilita trupu umožňuje mechanicky efektivnější a plynulejší provedení pohybu, což přímo přispívá ke zvýšení celkového sportovního výkonu a přesnosti.

Akalp et al. ve své studii z roku 2025 prokázali zlepšení rychlosti hodu míčem a výkonosti při vertikálním skoku po kombinovaném tréninku středu těla u mladých výkonnostních házenkářek. Výzkumná skupina absolvovala strukturovaný a postupně stupňovaný tréninkový program zaměřený na svaly středu těla, který kombinoval stabilizační cvičení se cviky dynamickými a sportovně specifickými. Po osmitýdenní intervenci došlo u této skupiny k výraznému zlepšení výšky vertikálního výskoku a rychlosti hodu, zatímco kontrolní skupina vykázala pouze minimální změny ve sledovaných parametrech. Autoři poukazují na to, že zapojení dynamických cvičení, využití pohybů podobných herním situacím a aktivní zapojení horních končetin mohly přispět k lepšímu přenosu tréninkového efektu do sportovního výkonu. Zlepšení výkonosti je vysvětlováno především zvýšenou stabilitou a silou lumbopelvicke oblasti, která umožňuje efektivnější přenos sil mezi dolními a horními končetinami při explozivních pohybech, jako je skok a hod. Výsledky studie tak podporují význam cíleného a progresivně strukturovaného tréninku středu těla jako součást kondiční přípravy mladých házenkářek.

Longitudinální studie prováděná během soutěžní sezóny u prvoligových hráček házené potvrdila úzký vztah mezi trupovou stabilitou a sportovním výkonem. Již výsledky vstupního testování před zahájením intervence prokázaly silnou korelaci, kdy hráčky s lepší výchozí stabilitou trupu a ramene dosahovaly celkově lepších výsledků v přesnosti střelby. Následný intervenční program pro výzkumnou skupinu probíhal po dobu tří měsíců s frekvencí dvakrát týdně v délce jedné hodiny nad rámec běžných tréninků. Cvičební jednotky se zaměřovaly na specifické posilování svalů trupu, dolních fixátorů lopatky a rotátorové manžety se zvláštním důrazem na zevní rotátory ramene. Trénink byl dále doplněn o plyometrii, propiocepci a pohyby simulující herní situace v házené. V rámci studie byla u hráček testována přesnost a rychlost hodu ze vzdálenosti sedmi metrů, stabilita trupu pomocí různých modifikací výdrže ve vzporu na předloktí, izometrická síla a mobilita ramene a také dynamická stabilita horních končetin prostřednictvím testů Y-Balance test pro horní končetiny a Closed kinetic chain upper extremity stability test. Závěrečné výsledky potvrdily, že u intervenční skupiny došlo k masivnímu zlepšení výkonu. Rychlost hodu se po intervenci signifikantně zvýšila o 14 % a celková přesnost vzrostla o 8 %. Současně bylo zaznamenáno prokazatelné zlepšení ve všech testech stability trupu i ramene a nárůst absolutní síly zevních rotátorů. Oproti tomu u kontrolní skupiny, která absolvovala pouze standardní trénink, nedošlo k žádnému významnému zlepšení v rychlosti či přesnosti hodu, ani v komplexní stabilitě ramene. Studie tak jasně prokázala, že cílený trénink středu těla a stabilizátorů ramene působí nejen preventivně, ale přímo a vysoce efektivně zvyšuje sportovní výkon v házené (Sinka et al., 2024).

Posílení středu těla má významný a prokazatelně pozitivní vliv na sílu svalů ramenního pletence. Z biomechanického hlediska tvoří svaly středu těla a svaly ramenního kloubu

propojený systém neboli kinetický řetězec. Zvýšení stability na proximální úrovni tohoto řetězce (ve středu těla) pomáhá lépe přenášet sílu, což prokazatelně zvyšuje celkový výkon a sílu na distálních končetinách, tedy právě v ramenou (Giovannetti de Sanctis et al., 2024).

Dochází k celkovému zvýšení svalové síly ramen, což bylo testováno u hráčů plážového volejbalu, kdy pouhý čtyřtýdenní domácí program zaměřený na střed těla vedl ke statisticky významnému nárůstu maximální izometrické síly ramene. Zlepšení se projevilo ve všech testovaných pozicích: při maximální flexi, při 135° abdukci i v pozici ABER (90° abdukce a 90° zevní rotace). Největší zlepšení přitom nastalo právě v pozici ABER, která je u overhead sportovců zásadní (Giovannetti de Sanctis et al., 2024).

Studie provedená na tenistech s poraněním rotátorové manžety zjistila, že zařazení osmitýdenního tréninku středu těla (jako doplňku k běžnému tréninku) výrazně zvýšilo svalovou sílu horních končetin a stabilitu ve srovnání s kontrolní skupinou. Značné zlepšení bylo pozorováno zejména u vnitřní i vnější rotace ramene, což bývají oslabená místa právě při zranění rotátorové manžety. Spolu s nárůstem síly vede trénink středu těla také k pozitivním strukturálním změnám v rameni, jako je nárůst tloušťky a délky svalových vláken klíčových svalů např. m. supraspinatus (Ersever & Goktas, 2025).

3.5 Poměr síly do zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu

Mezi rizikové faktory u overhead sportovců se často řadí poměr síly mezi zevní a vnitřní rotací ramene a omezená vnitřní rotace v ramenním kloubu. Jsou popisovány dva poměry síly mezi zevní a vnitřní rotací ramene. Konvenční poměr ER:IR (často označovaný jako koncentrický poměr) porovnává svalovou sílu zevních (ER) a vnitřních (IR) rotátorů ramene výhradně během koncentrické svalové kontrakce. Ideální konvenční poměr ER:IR by se měl u sportovců pohybovat nad hranicí 0,66 (66 %). Pokles tohoto poměru pod tuto hodnotu představuje významný rizikový faktor pro vznik zranění ramene a udržování správné svalové rovnováhy je pro prevenci klíčové (Ersever & Goktas, 2025).

Naproti tomu funkční poměr porovnává excentrickou sílu zevních rotátorů s koncentrickou silou vnitřních rotátorů ramenního kloubu. Funkční poměr lépe vystihuje skutečnou biomechanickou funkci svalů během dynamických sportovních aktivit (jako je například házení míče, smeč nebo podání), protože při nich svaly nepracují pouze koncentricky. Zohledňuje mechanismus zrychlení a brzdění. Při pohybech paže nad hlavou pracují vnitřní rotátory (agonisté) koncentricky, čímž paži maximálně urychlují směrem vpřed. Zevní rotátory (antagonisté) následně musí vyvinout obrovskou excentrickou práci, aby tento extrémně rychlý pohyb paže dokázaly bezpečně zpomalit a zastavit. Pokud zevní rotátory nemají dostatečnou

excentrickou sílu k zabrzdění letící paže, dochází k nadměrnému přetížení a poškozování kloubních struktur ramene. Funkční poměr proto mnohem přesněji popisuje agonisticko-antagonistický vztah a schopnost ramene chránit se před tímto zraněním. Z těchto důvodů by měl být funkční poměr ideálně vyšší než 1,0. To v praxi znamená, že excentrická síla zevních rotátorů musí být absolutně větší než koncentrická síla vnitřních rotátorů. Měření u elitních hráček házené ukázala, že při vysokých rychlostech pohybu tento poměr dokonce roste (dosahuje hodnot např. 1,54 až 1,81). Je to dáno tím, že se zvyšující se rychlostí pohybu klesá schopnost svalu generovat koncentrickou sílu, avšak excentrická síla zůstává zachována nebo se dokonce zvyšuje (Andrade et al., 2010).

Ve studii dospívajících overhead sportovců dosahovali jedinci se zdravým ramenem bez deficitu kloubního rozsahu ideálního konvenčního poměru 0,83 (83 %). Opakované pohyby paže nad hlavou způsobují hromadění mikrotraumat a vedou k dysbalancím. Bylo zjištěno, že u nejmladších hráčů se poměr pohyboval kolem 74 %, ale u starších klesal k hraničním 66 %, což odráží postupně se prohlubující oslabení zevních rotátorů. U některých neelitních hráčů dokonce poměr spadl pod 41 %. Sportovci, kteří trpěli deficitem vnitřní rotace ramenního kloubu, měli poměr síly výrazně zhoršený, a to v průměru pouze 0,56 (56 %) (Guney et al., 2016).

V kontextu jednostranně zaměřených sportů, se v odborné literatuře často skloňuje termín asymetrie vytrvalosti středu těla (Core Endurance Asymmetry – CEA). Tato funkční dysbalance vzniká primárně jako adaptace na dlouhodobé a opakované zatěžování pouze jedné poloviny těla. Jak uvádí studie z roku 2026 autorů Deen et al., k objektivizaci této asymetrie se standardně využívají specifické zátěžové testy. K hodnocení laterální stabilizace použili Side Bridge Test, při kterém se porovnává maximální čas výdrže v pozici bočního vzporu o předloktí na pravé a levé straně. Pro posouzení vytrvalosti ventrálního řetězce využili Flexor Endurance Test, jenž měří schopnost udržet izometrickou kontrakci břišního svalstva při fixovaném záklonu trupu v úhlu 60 stupňů. Zmíněná studie rovněž poukázala na genderové rozdíly, přičemž muži vykazují statisticky významně vyšší míru asymetrie středu těla než ženy.

Z hlediska prevence zranění ramenního kloubu u overhead sportovců je zcela zásadní prokazatelný vztah mezi trupovou stabilitou a svalovou rovnováhou ramene. Studie z roku 2026 odhalila signifikantní negativní korelaci ($r = -0,251$) mezi asymetrií středu těla (CEA) a poměrem síly zevních a vnitřních rotátorů ramene (ER:IR). Z těchto zjištění vyplývá, že narůstající asymetrie a dysfunkce v oblasti trupu přímo úměrně zhoršuje silový poměr ER:IR. Tento fenomén nezávisle potvrzuje i další práce provedená na elitních volejbalistkách, která k hodnocení vytrvalosti trupu rovněž využívala test bočního vzporu o předloktí. Z jejích závěrů je patrné, že sportovkyně s vyšší a symetričtější vytrvalostí středu těla vykazují podstatně menší silový deficit zevních rotátorů (Bucher, Pfister & Cools, 2021; Deen et al., 2026).

3.5.1 Změny v průběhu sezóny

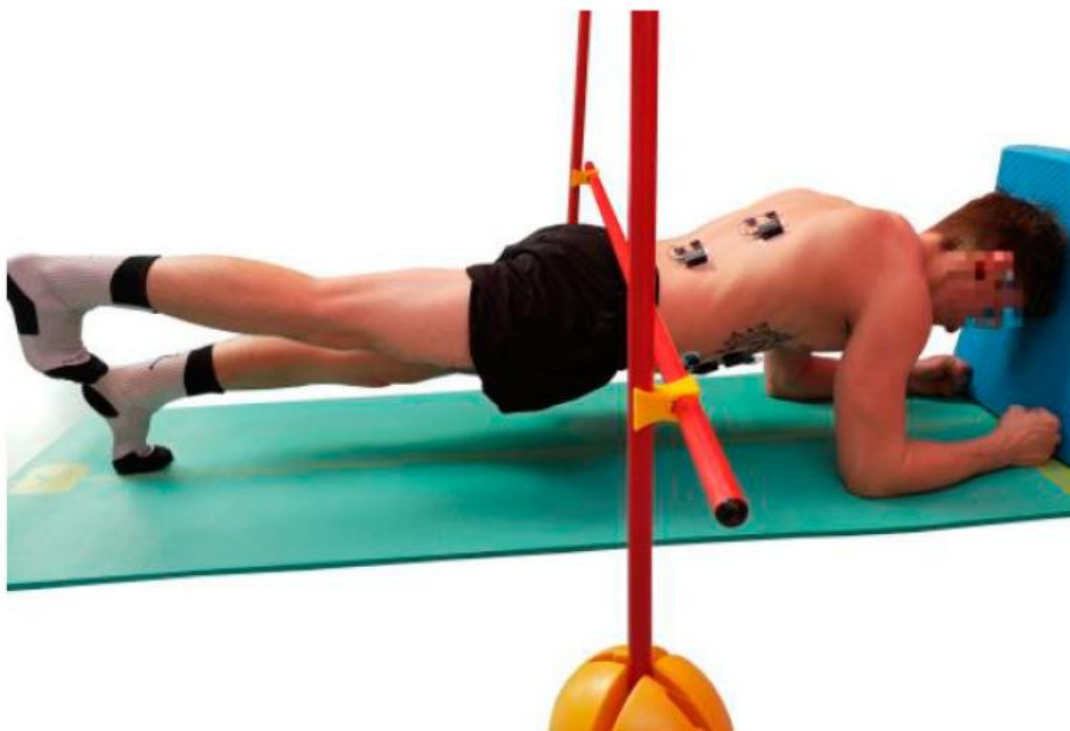
Během soutěžní sezóny čelí hráči kumulativní tréninkové zátěži, která prokazatelně mění silové poměry v rameni. V průběhu sezóny (od přípravy do její poloviny) dochází ke změnám v poměru sil zevních a vnitřních rotátorů ramene. Zatímco starší studie naznačovaly, že soutěžní sezóna vede k negativním svalovým dysbalancím a snížení tohoto poměru, rozsáhlá studie u zdravých elitních dorostenců ukázala naopak jeho zvýšení. U žen bylo toto zvýšení zapříčiněno zvýšením absolutní síly zevních rotátorů, u mužů došlo naopak ke snížení síly vnitřních rotátorů ramenního kloubu. Při lokální únavě se mírně zvýšila maximální zevní rotace a abdukce při náprahu. Točivé momenty a mechanické zatížení kloubu ale nebylo vlivem únavy nijak změněno (Liaghat et al., 2020; Skejød et al., 2019).

3.6 Bourban trunk muscle strenght test

Bourbanův test představuje standardizovanou vyšetřovací metodu, jejímž primárním cílem je objektivní zhodnocení silové vytrvalosti svalstva trupu. Tento test se skládá ze čtyř specifických cvičení, z nichž je každé zaměřeno na jednu část trupu (svalového řetězce). Jsou to pravý a levý laterální řetězec, ventrální řetězec a dorzální řetězec. Ventrální řetězec se testuje ve vzporu na předloktích se střídavým zvedáním dolních končetin, laterální řetězec se testuje v bočním vzporu o předloktí s poklesem a zvedáním pánve a při testování dorzálního řetězce provádí testovaný dynamickou hyperextenzi v poloze na břiše. Rychlost pohybu je kontrolována metronomem, který je nastaven na frekvenci 60 úderů za minutu. Ve výchozí pozici se nastaví výška tyče do úrovně páteře v LS přechodu pro standardizaci testu. Test je ukončen, pokud testovaný není schopen dodržet techniku, tempo, rozsah pohyb nebo do bodu úplného subjektivního vyčerpání. Hodnotí se čas v sekundách, po který testovaný dokáže cvik provádět správně až do úplného vyčerpání (Tschopp et al., 2001).

Obrázek 2

Provedení Bourban trunk muscle strenght testu – ventrální řetězec



Poznámka. Obrázek převzat od autorů Becker et al. (2019).

Studie autorů Becker et al. z roku 2019 potvrdila vysokou validitu tohoto testu. Autoři použili k ověření elektromyografii. Při testování ventrálního řetězce měřili musculus rectus abdominis, musculus obliquus externus abdominis dexter et sinister. Při testování laterálního řetězce na pravém boku měřili musculus obliquus externus abdominis dexter, na levém boku musculus obliquus externus abdominis sinister. Validita dorzálního řetězce byla testována měřením svalů musculus erector spinae v oblasti L3 a Th12.

Reliabilita testu byla prokázána ve studii autorů Tschopp et al. z roku 2001, kteří použili metodu test-retest a test absolvovalo 30 vybraných jedinců, kteří byli zdraví elitní sportovci mužského pohlaví s průměrným věkem 20,2 let. Účastníci výzkumu absolvovali všechny testy dvakrát s odstupem 48 hodin a poté byly porovnávány časy z obou měření. Korelační koeficient pro ventrální řetězec byl $r = 0,87$, pro laterální řetězec to bylo $r = 0,81$ a pro dorzální řetězec $r = 0,80$. Typická chyba byla v rozmezí 12 až 15 %.

3.7 Y-balance test

Y-balance Test (YBT) primárně vychází z klinického testu nazvaného Star Excursion Balance Test (SEBT). Byl vyvinut jako jeho instrumentovaná a standardizovaná verze s cílem odstranit nedostatky dřívějších testů a zlepšit spolehlivost měření. Principem testu je současné maximální zapojení mobility a stability, kdy je jedinec testován na samotné hranici své celkové rovnováhy. Test vyžaduje rovnováhu, propiocepci, sílu a co největší rozsah pohybu. Využívají se dvě hlavní varianty testu: pro dolní končetiny a pro horní končetiny (Plisky et al., 2006).

Může se testovat pomocí speciální sady na měření Y-balance testu nebo může být nalepen páskami na podlaze, která tvoří obraz ve tvaru písmene „Y“. Dvě zadní čáry mezi sebou navzájem svírají úhel 90 stupňů. Každá zadní čára s přední svírají úhel 135 stupňů.

Pro testování dolních končetin se testovaný postaví jednou nohou do středu písmene „Y“, kdy na křížení pásek má špičku prstů. Volnou nohou dosahuje do tří specifických směrů. V anteriorním směru natahuje nohu podél čáry přímo dopředu. Posteriomediálním směrem dosahuje podél zadní čáry šikmo dozadu a křížem za stojnou nohu. Posterolaterální směr je natažení nohy šikmo dozadu a ven směrem od stojné nohy. Při natažení končetiny se musí testovaný jedinec dotknout čáry co nejdále distálním koncem (palcem) volné dolní končetiny. Pro platný pokus je nutné, aby se při dotyku o palec pouze zlehka opřel a nepřenášel na tuto nohu hmotnost svého těla. Následně se musí kontrolovaně vrátit do výchozí pozice ve středu (Plisky et al., 2006).

Provedení testu po horní kvadrant začíná ve výchozí pozici kliku, přičemž dolní končetiny testovaného jsou rozkročené zhruba na šířku ramen (přibližně 30 cm). Opěrná horní končetina je umístěna ve středu testovacího obrazce. Z této stabilní polohy se testovaný snaží volnou paží dosáhnout co nejdále podél vyznačených linií ve třech specifických směrech definovaných vůči stojné ruce: mediálním (dovnitř k ose těla), inferolaterálním (šikmo dolů a ven, kdy testovaný dosahuje pod svým trupem) a superolaterálním (šikmo nahoru a ven). V bodě maximálního dosahu proband vzdálenost vyznačí pouze lehkým dotykem prstů o podložku (pásku). Podmínka úspěšného provedení je plynulý pohyb bez ztráty rovnováhy a následný plně kontrolovaný návrat do počátečního postavení. Pokus je klasifikován jako neplatný v případech, kdy vyšetřovaná osoba neudrží oporu na jedné ruce, přenesení hmotnosti na dosahující končetinu (opře se o ni), zvedne jakoukoliv dolní končetinu z podložky, nebo pokud není schopna kontrolovaného návratu zpět do výchozí pozice bez dalších dotyků podlahy (Gorman et al., 2012).

Obrázek 3

Testování Y-Balance testu pro horní končetiny



Poznámka. Obrázek pochází z archivu autorky.

Před zahájením samotného testování je nezbytné provést antropometrické měření délky končetin, které slouží k následné normalizaci dosažených výsledků a výpočtu kompozitního skóre. V případě testování horních končetin se měří vzdálenost od trnového výběžku sedmého krčního obratle (C7) až po distální konec nejdelšího prstu ruky, přičemž proband stojí a měřenou paži má v 90° abdukci. Pro testování dolních končetin se podle standardizovaného protokolu měří vzdálenost od spina iliaca anterior superior (SIAS) po nejdálší bod malleolus medialis (Plisky et al., 2009).

Samotné kompozitní skóre (vyjádřené v procentech), které slouží jako celkový ukazatel dynamické stability, se pro horní i dolní polovinu těla vypočítá podle následujícího vzorce:

$$\text{Kompozitní skóre} = \left(\frac{\text{dosah1} + \text{dosah2} + \text{dosah3}}{3 \times \text{délka končetiny}} \right) \times 100$$

Do vzorce se pro každý ze tří směrů dosazuje vždy nejlepší platný pokus. Tento výpočet umožňuje objektivní srovnání výkonu mezi jedinci s rozdílnými tělesnými proporcemi (Plisky et al., 2006).

Při určování rizika zranění dolních končetin se velmi často vychází ze studie, kterou provedli Plisky et al. v roce 2006 na vzorku středoškolských basketbalistů. Do tohoto výzkumu bylo zahrnuto celkem 235 hráčů a hráček, u kterých se zjišťoval vztah mezi výsledky Y-Balance testu a rizikem zranění. Výsledky studie jasně ukázaly, že dívky, jejichž kompozitní skóre kleslo pod hranici 94,0 % délky jejich dolní končetiny, měly 6,5krát vyšší pravděpodobnost, že utrpí zranění dolní končetiny. Na základě těchto zjištění autoři dospěli k závěru, že tyto testy jsou spolehlivým prediktorem a doporučili je využívat k identifikaci basketbalistek se zvýšeným rizikem zranění.

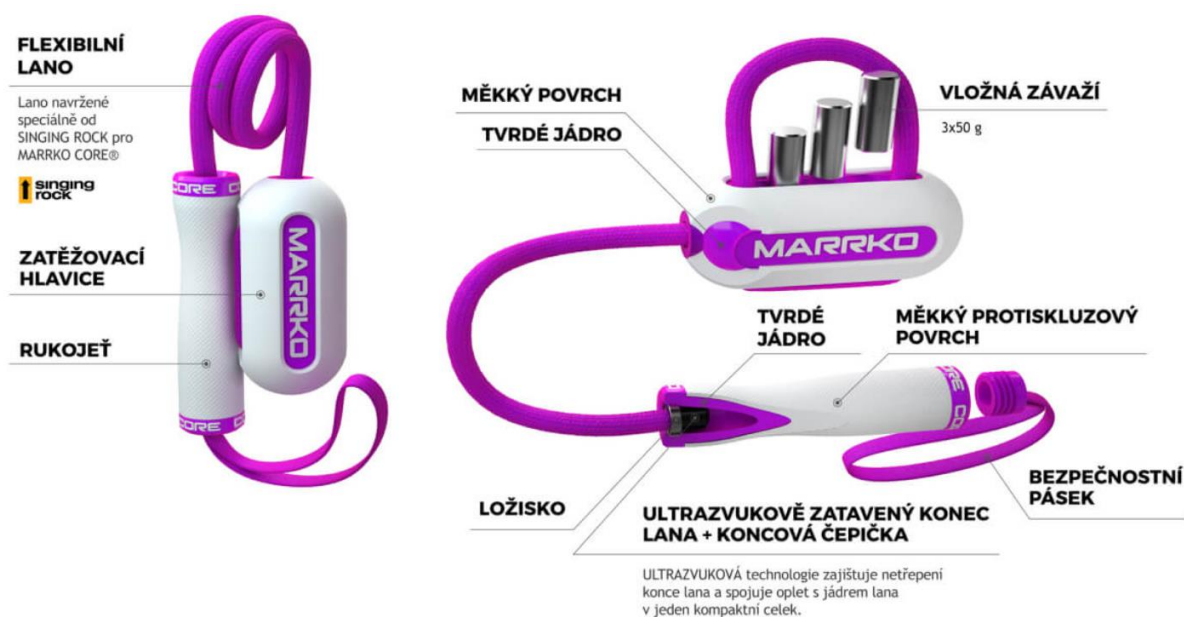
Na stanovení specifických norem přímo pro házenou se následně zaměřila studie z roku 2022, která zkoumala dynamickou posturální kontrolu u elitních mladých házenkářek. Do tohoto výzkumu bylo zapojeno celkem 188 zdravých hráček ze 14 elitních týmů s průměrným věkem 16,8 let. Výsledky měření ukázaly, že průměrné kompozitní skóre u této skupiny dosahovalo hodnoty 94,1 %. Autoři studie na základě toho uvedli, že pokud se skóre hráčky nachází pod těmito rozsahy, které byly stanoveny pro zdravou populaci, lze to považovat za deficit v dynamické posturální kontrole dolních končetin. Tento deficit je podle autorů nyní považován za důležitý rizikový faktor pro vznik zranění (Picot et al., 2022).

4 MARRKO CORE

Cvičební systém MARRKO CORE je rehabilitační metodou, která se primárně zaměřuje na aktivaci a stabilizaci hlubokého stabilizačního systému páteře (HSS). Metoda využívá principu vzájemného propojení stabilizačních svalových řetězců, čímž dochází k efektivnímu posílení i protažení povrchových i hlubokých svalů trupu. Pravidelné cvičení vede ke korekci svalových dysbalancí a zároveň rozvíjí posturální kontrolu, koordinaci a dynamiku pohybu. V klinické praxi je tento přístup indikován u jedinců s bolestmi v oblasti bederní, hrudní nebo krční páteře. Opakované provádění cviků vede ke zmírnění až vymizení bolestivých stavů a k obnovení plné hybnosti páteře (Web Marrko Core, 2026).

Obrázek 4

Pomůcka Marrko Core



Poznámka. Obrázek převzat z webu Marrko Core, 2026.

4.1.1 Princip cvičení Marrko Core

Základním principem funkčnosti systému je využití odstředivé síly. Klíčovým prvkem pomůcky je zátěžová hlavice umístěná na laně. Cvičenec uvedením této hlavice do rotačního pohybu vytváří odstředivou sílu. Tato síla působí na tělo a snaží se vychýlit jeho těžiště z přirozené pozice. Aby cvičenec tomuto vychýlení zabránil a udržel rovnováhu, musí jeho centrální nervová soustava automaticky aktivovat svaly, které vrací tělo zpět do rovnovážné

pozice. Tím dochází k efektivnímu zapojení hlubokého stabilizačního systému páteře i povrchových svalů trupu. Zátěž se zvyšuje především změnou dynamiky pohybu, kdy čím vyšší je rychlost pohybu, tedy frekvence točení, tím větší odstředivou sílu musí cvičenec překonávat (Web Marrko Core, 2026).

4.1.2 Cvik Marrko

Tento cvik patří mezi symetrické cviky, které se cvičí obouručně, a je zaměřen na torzní pohyb trupu, který řídí trajektorii, rozmezí i intenzitu pohybu. Cvičenec se postaví rozkročmo na šířku ramen se semiflexí kolenních kloubů a rovnými zády. Rukojeť uchopí oběma rukama před tělem ve výši ramen s nataženými pažemi a roztočí pomůcku do tvaru ležaté osmičky. Pohyb vychází z trupu a ramen a pánev i dolní končetiny jsou stabilní. Trup se otáčí maximálně 10° doleva a 10° doprava. Jsou dva směry pohybu roztočení pomůcky. Basic je pohyb dopředu směrem shora dolů, reverse je naopak pohyb směrem odspodu nahoru. Pohyb reverse tělo mírně zaklání a je doporučován pro lidi trpící bolestmi v bederní oblasti páteře. Je důležité, aby paže zůstávaly ve vodorovné poloze při cvičení, zápěstí bylo stabilní a měnil se úchop dominantní a nedominantní ruky (Marrko, b. r.).

Obrázek 5

Cvik Marrko



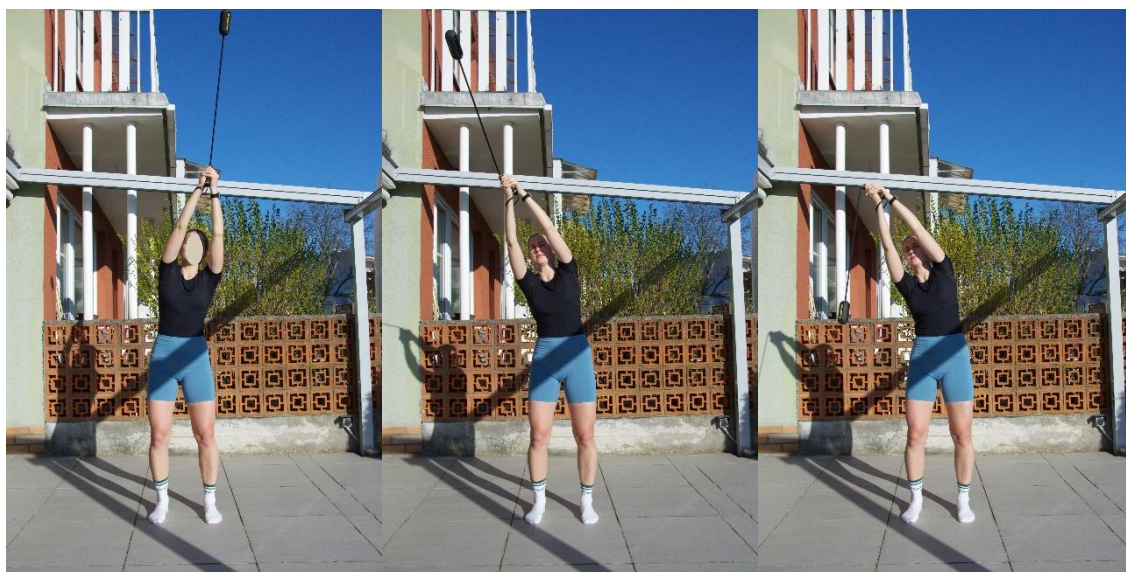
Poznámka. Obrázek pochází z archivu autorky.

4.1.3 Cvik Butterfly

Cvik Butterfly také patří mezi symetrické cviky, ale je zaměřen na pohyb trupu do lateroflexe. Začíná se cvičit obdobně jako cvik Marrko a postupně se zvedají ruce nad hlavu, kde se přechází z rotačního pohybu trupu do lateroflexe (Marrko, b. r.).

Obrázek 6

Cvik Butterfly



Poznámka. Obrázek pochází z archivu autorky.

4.1.4 Cvik Wops

Tento cvik je velmi podobný cviku Marrko, ale v při rotaci trupu dochází k zastavení pohybu v krajní pozici, kde cvičenec protočí celou otáčku a následně pokračuje v pohybu (Marrko, b. r.).

4.1.5 Biomechanické a fyziologické aspekty cvičení

Dudová ve své diplomové práci z roku 2018 zkoumala biomechanické a fyziologické aspekty cvičení s rehabilitační pomůckou Marrko Core, která k destabilizaci cvičence využívá principu odstředivé síly. Autorka zjistila přímou úměru mezi rychlostí cvičení a nároky na posturální stabilizační systém; konkrétně u symetrických cviků rostla s vyšší rychlostí rotace i velikost výchylek ramen vůči pánvi ve frontální rovině. Z hlediska elektromyografické aktivity povrchových trupových svalů (EO, IO, RA, ES) studie prokázala vyšší zapojení u oboustranných

symetrických cviků oproti jednostranným, což je v souladu s některými zahraničními studiemi, ačkoliv jiné práce vyzdvihují unilaterální zatížení pro korekci asymetrií. V rámci kinematické analýzy byly nejvyšší amplitudy pohybu páteře zaznamenány v hrudních segmentech (Th4 a Th8), přičemž cvičení s nedominantní končetinou vykazovalo vyšší celkovou nestabilitu, pravděpodobně v důsledku horší motorické kontroly.

5 CÍLE

5.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem této diplomové práce je zhodnotit vliv šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core na statickou a dynamickou trupovou stabilitu u výzkumné skupiny hráček házené v juniorské kategorii v porovnání s kontrolní skupinou.

5.2 Dílčí cíle

- 1) Dílčím cílem je zhodnotit vliv šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core na silovou vytrvalost ventrálního řetězce testovanou pomocí Bourbanova testu v porovnání s kontrolní skupinou.
- 2) Dílčím cílem je posoudit vliv šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core na dynamickou stabilitu dolní poloviny trupu prostřednictvím Y-Balance testu pro dolní končetiny v porovnání s kontrolní skupinou.
- 3) Dílčím cílem je posoudit vliv šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core na dynamickou stabilitu horní poloviny trupu prostřednictvím Y-Balance testu pro horní končetiny v porovnání s kontrolní skupinou.
- 4) Dílčím cílem je analyzovat vliv cvičení s pomůckou Marrko Core na silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu (ER:IR) v porovnání s kontrolní skupinou.
- 5) Dílčím cílem je zhodnotit změny v mobilitě hrudní páteře, konkrétně z hlediska zvětšení rozsahu pohybu do lateroflexe a úpravy stranové asymetrie vlivem cvičení s pomůckou Marrko Core v porovnání s kontrolní skupinou.

5.3 Výzkumné hypotézy

H1: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně zlepšuje výsledky testování ventrálního řetězce dle Bourbanova testu u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

H2: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core vede k signifikantnímu nárůstu hodnot v Y-Balance testu pro dolní končetiny u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

H3: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně zvyšuje hodnoty v Y-Balance testu pro horní končetiny u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

H4: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core má signifikantně pozitivní vliv na silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu (ER:IR) u výzkumné skupiny oproti kontrolní skupině.

H5: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně snižuje stranovou asymetrii při rotaci hrudní páteře u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

H6: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core má signifikantně pozitivní vliv na rozsah pohybu při lateroflexi hrudní páteře u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

6 METODIKA

6.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo 15 hráček jednoho týmu, konkrétně Dámského házenkářského klubu (DHK) ZORA Olomouc, v juniorské kategorii, které byly bez akutních zdravotních komplikací či bolestivých stavů. Probandky byly náhodně rozděleny do dvou skupin. Výzkumná skupina se skládala z 8 hráček a kontrolní skupina čítala 7 hráček. Před zahájením měření byly všechny probandky seznámeny s průběhem výzkumu a vyplnily anamnestický dotazník obsahující požadované údaje (Tabulka 1). Svou dobrovolnou účast ve výzkumu potvrdili zákonní zástupci podepsáním informovaného souhlasu (Příloha 1). Výzkumný projekt byl předem schválen Etickou komisí fakulty (Příloha 2).

Tabulka 1

Charakteristika výzkumného souboru

	Celkem (N = 15)	Výzkumná (N = 8)	Kontrolní (N = 7)
Věk (roky)	15,1 ± 0,6	15,0 ± 0,8	15,1 ± 0,4
Výška (cm)	170,0 ± 7,8	172,1 ± 8,2	167,6 ± 7,0
Hmotnost (kg)	61,7 ± 6,7	65,4 ± 5,7	57,6 ± 5,5
BMI	21,4 ± 1,9	22,1 ± 1,8	20,5 ± 1,8
Frekvence tréninků	4,93 ± 0,3	4,88 ± 0,4	5,0 ± 0,0
Doba hraní házené	5,7 ± 0,7	5,6 ± 0,7	5,7 ± 0,8
Počet zápasů/měsíc	4,0 ± 1,6	4,13 ± 2,2	3,86 ± 0,4
Délka tréninku	90 ± 0,0	90 ± 0,0	90 ± 0,0

Poznámka. Hodnotami jsou průměr ± směrodatná odchylka.

Ve výzkumné skupině byla jedna hráčka se stranovou preferencí levou, všechny ostatní hráčky jak ve výzkumné tak v kontrolní skupině měly stranovou preferenci pravou.

6.2 Metody sběru dat

Měření obou skupin probíhalo v soutěžním období od září 2025 do listopadu 2025 v prostorách posilovny DHK ZORA Olomouc. Nejdříve byly hráčky informovány o celém průběhu měření a vyplnily anamnestický dotazník. Testování obou skupin proběhlo za totožných podmínek před zahájením intervence (vstupní měření) a po jejím ukončení (výstupní měření).

K objektivizaci byly využity standardizované testy – Bourban trunk muscle strength test pro měření silové vytrvalosti ventrálního řetězce a Y-Balance test pro dolní i horní končetiny (YBT-LQ a YBT-UQ). Dále byla provedena dynamometrie rotátorů ramenního kloubu, při které byla měřena maximální izometrická síla zevních a vnitřních rotátorů pomocí ručního dynamometru. Také bylo provedeno vyšetření mobility hrudní páteře, které zahrnovalo goniometrické měření rozsahů pohybu do rotace a lateroflexe.

Pro zajištění maximální standardizace podmínek a minimalizaci vlivu postupné únavy na výsledky bylo u všech probandek během vstupního i výstupního měření dodržováno jednotné pořadí testů. Jednotlivá měření byla rozdělena na stanoviště, které měl na starost jeden fyzioterapeut nebo trenér, který byl předem proškolený k provádění daného měření. Testovací baterie byla zahájena hodnocením dynamické stability pomocí Y-Balance testu pro dolní končetiny. Poté byla měřena svalová síla rotátorů ramenního kloubu pomocí dynamometrie. Následovalo vyšetření síly m. transversus abdominis pomocí přístroje BioPressure Feedback, které bylo realizováno ve spolupráci na diplomové práci kolegyně využívající shodný výzkumný soubor i intervenční program. Navazovalo testování trupové výdrže v Bourbanově testu, dále goniometrie pro zjištění rozsahů pohybů hrudní páteře, Y-Balance test pro horní končetiny a měření antropometrických údajů délky končetin. Testování jedné probandky probíhalo asi 35 minut.

Intervence u výzkumné skupiny probíhala po dobu 6 týdnů v posilovně DHK ZORA Olomouc, kdy 2x týdně absolvovaly probandky skupinové cvičení s pomůckou Marrko Core pod přímým odborným vedením a jednou týdně prováděly samostatné domácí cvičení podle předem připraveného videonávodu. Cvičební pomůcky Marrko Core byly pro tyto účely hráčkám zapůjčeny. Během celé intervence probíhalo cvičení s pomůckou Marrko Core s využitím pouze jedné ze tří dostupných vnitřních zátěží. Cvičení pod přímým dohledem trvalo 30 minut a to vždy v úterý před tréninkem a ve čtvrtek po tréninku. Před samotným cvičením bylo provedeno krátké rozehřátí, které zahrnovalo prvky dynamického strečinku. První týden byly probandky seznámeny s cvikem Marrko ve směru Basic a Reverse. Druhý týden se přidal cvik Wops v obou směrech, třetí týden se k těmto cvikům přidal cvik Butterfly opět v obou variantách. Další tři týdny již probíhalo cvičení těchto tří cviků v 3 sériích po 40 vteřinách s 20-ti vteřinovou pauzou. Před samotným zahájením sběru dat autorka práce absolvovala oficiální školení o správném provedení a metodice cvičení s pomůckou Marrko Core přímo u jejího výrobce. Kontrolní skupina po dobu 6 týdnů absolvovala pouze standardní házenkářský trénink dle rozpisu trenérů. Do konečných výsledků byly zařazeny pouze ty hráčky z výzkumné skupiny, které absolvovaly alespoň 70 % cvičení pod odborným dohledem, tedy aspoň 8 z 12 cvičení (Schmidt et al., 2023).

6.3 Výzkumné metody

Bourban trunk muscle strength test byl testován pro ventrální řetězec (Kapitola 3.6). V této diplomové práci bylo použito testování pouze ventrálního řetězce, který vykazuje nejvyšší reliabilitu, a také kvůli časové náročnosti testování celé baterie testů a tím snížení celkové zátěže testovaných osob během měření.

Y-Balance test pro horní a dolní končetiny byl testován pomocí obrazcem nalepeného n podlaze a měřen vzdálenost byla měřena krejčovským metrem (Kapitola 3.7). Testované měly mezi oběma Y-Balance testy a Bourban trunk muscle strength testem pauzu pět minut, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků únavou.

Pro měření síly byl použit přístroj Lafayette Hand-Held Dynamometer. Jedná se o profesionální přenosné diagnostické zařízení s prokázanou vysokou mezistupňovou i vnitrostupňovou spolehlivostí, které se standardně využívá v klinické fyzioterapii i sportovním výzkumu. Přístroj disponuje měřicím rozsahem do 1335 Newtonů (přibližně 136,1 kg) s tolerancí přesnosti ± 1 %. Dynamometr byl nastaven tak, aby zaznamenával maximální dosaženou sílu (tzv. peak force) v průběhu vymezeného časového intervalu 5 sekund. Pro minimalizaci diskomfortu probandek a zamezení zkreslení výsledků vlivem bolesti z tlaku měřicí sondy byl přístroj opatřen příslušným ergonomickým nástavcem s ochranným pěnovým polstrováním. Naměřená data se ukládala do vnitřní paměti zařízení. Síla do zevní i vnitřní rotace v ramenním kloubu byla měřena v pozici na zádech s paží v 90° abdukci v ramenním kloubu a 90° flexe v loketním kloubu. Dynamometr byl přiložen na distální třetinu předloktí, konkrétně při měření síly do zevní rotace na dorzální stranu, do vnitřní rotace na volární stranu předloktí (Lafayette Instrument, n.d.).

Obrázek 7

Testování síly vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu pomocí dynamometru



Poznámka. Ilustrační obrázek. V této studii probíhalo testování dynamometrie bez fixování popruhem. Obrázek převzat od autorů Liaghat et al. (2020).

Rozsahy pohybů byly měřeny univerzálním plastovým goniometrem. Výchozí poloha testovaného a přiložení goniometru bylo provedeno dle Jandy. K funkčnímu vyšetření mobility páteře byla využita baterie čtyř standardizovaných testů. Rozvíjení hrudní páteře do flexe a extenze bylo hodnoceno Ottovým testem na úseku odměřeném 30 cm distálně od trnového výběžku Th1, kde fyziologické prodloužení při předklonu činí minimálně 3,5 cm, zkrácení při záklonu 2,5 cm a součet změn pod 4 cm značí patologii. Pro posouzení flexe hrudního a bederního úseku sloužil test dle Stibora, který měří prodloužení vzdálenosti mezi obratlem C7 a spojnici zadních horních trnů kyčelních (SIPS), přičemž normou je nárůst o 7–10 cm. Izolované rozvíjení bederní páteře do flexe bylo měřeno testem dle Schobera, při kterém se u dospělých fyziologicky prodlužuje 10cm úsek odměřený kraniálně od spojnice SIPS o 4–6 cm. Celková nespecifická pohyblivost páteře při flexi byla objektivizována testem dle Thomayera. Při tomto testu provádí proband postupný předklon s nataženými dolními končetinami a měří se vzdálenost 3. prstu od podlahy, kdy normou je dotyk prstů, nedosáhnutí se zapisuje v kladných hodnotách, dotyk větší plochou ruky v záporných (Haladová & Nechvátalová, 2010; Janda & Pavlů, 1993).

6.4 Statistické zpracování dat

Výsledky všech vstupních i výstupních měření byly nejprve pečlivě zaznamenány do programu Microsoft Excel podle jednotlivých časových intervalů a probandů. V rámci popisné statistiky byly pro všechny sledované proměnné vypočítány základní hodnoty: aritmetický průměr, medián, směrodatná odchylka, minimální a maximální naměřená hodnota. Ke kontrole předpokladů pro použití parametrických či neparametrických metod byly následně provedeny testy normality, konkrétně Shapiro-Wilkův test, Kolmogorov-Smirnovův test a Lillieforsův test. Na základě výsledků z testování normality a designu studie, tedy dvě nezávislé skupiny, byla zvolena kombinace statistických metod. K vyhodnocení rozdílů mezi vstupním a výstupním měřením uvnitř jednotlivých skupin byl aplikován neparametrický Wilcoxonův párový test. Pro vzájemné porovnání výsledků mezi výzkumnou a kontrolní skupinou byl využit Mann-Whitneyův U test. K posouzení celkového vlivu intervence a interakce mezi časem a skupinou byla provedena analýza rozptylu pro opakovaná měření ANOVA. K detailní specifikaci statisticky významných rozdílů mezi jednotlivými měřeními byl následně aplikován Scheffeho post-hoc test. Hladina statistické významnosti byla pro všechny provedené testy stanovena na $p < 0,05$.

7 VÝSLEDKY

7.1 Výsledky k hypotéze č. 1

H1: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně zlepšuje výsledky testování ventrálního řetězce dle Bourbanova testu u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

K ověření první hypotézy byly analyzovány časy výdrže (v sekundách) naměřené pomocí Bourbanova testu. Následující tabulka (Tabulka 2) shrnuje základní popisné statistiky pro výzkumnou i kontrolní skupinu získané ze vstupního a výstupního měření.

Tabulka 2

Popisná charakteristika výsledků Bourbanova testu (v sekundách)

Skupina	Měření	M	SD
Výzkumná (N = 8)	Vstupní	86,50	24,69
	Výstupní	82,50	33,22
Kontrolní (N = 7)	Vstupní	109,57	51,19
	Výstupní	117,71	59,20

Poznámka. N = počet probandek, M = průměr, SD = směrodatná odchylka

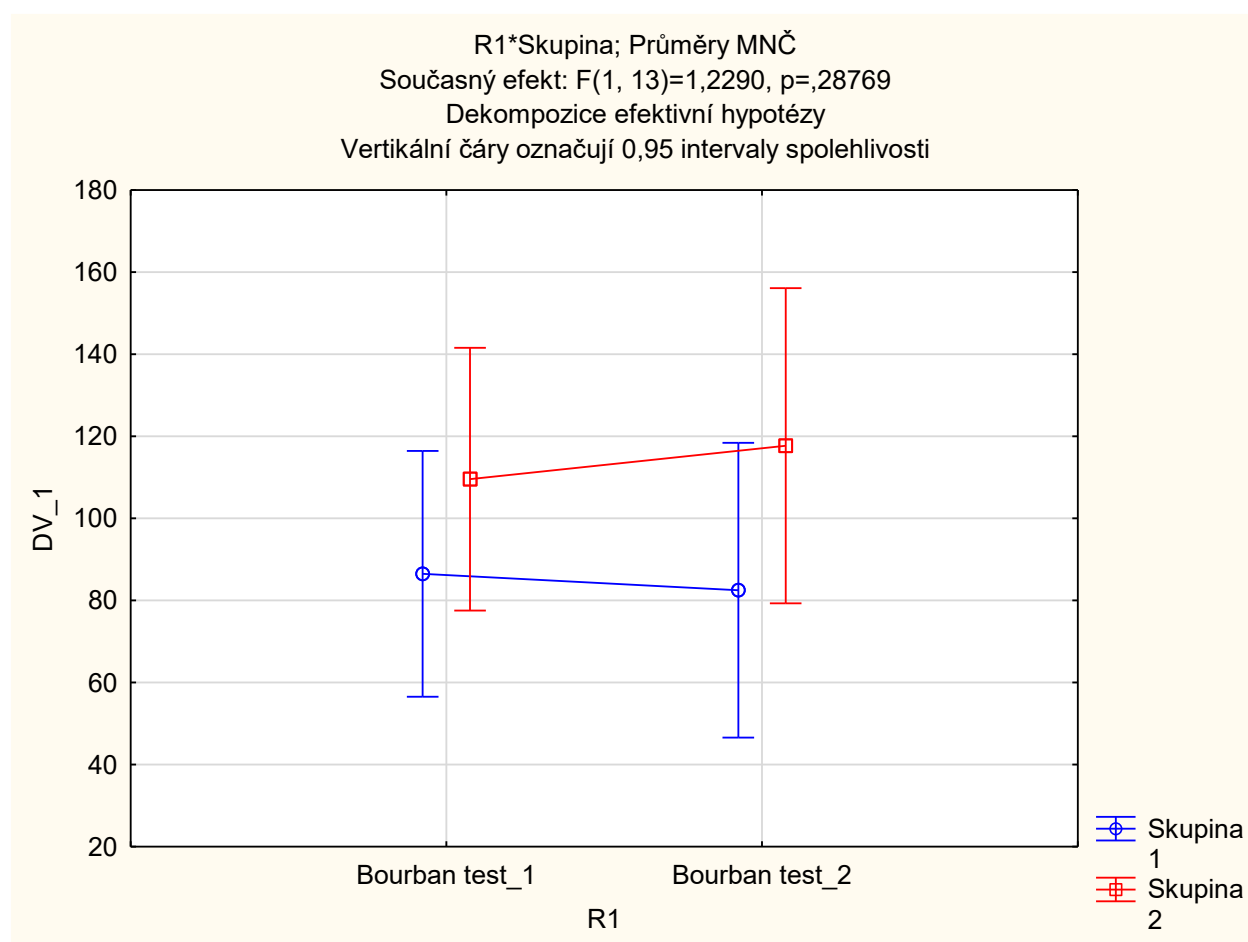
Jak z naměřených hodnot vyplývá, u výzkumné skupiny nedošlo po šesti týdnech intervence ke zlepšení průměrného času; naopak byl zaznamenán mírný pokles z 86,50 s na 82,50 s. U kontrolní skupiny došlo k mírnému nárůstu průměrného času ze 109,57 s na 117,71 s. K posouzení, zda jsou tyto rozdíly mezi vstupním a výstupním měřením statisticky významné, byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test. Výsledky testu ukázaly, že u výzkumné skupiny není rozdíl statisticky významný p 1,000. Statisticky významný rozdíl nebyl prokázán ani u kontrolní skupiny p 0,176. Následné porovnání rozdílů mezi oběma skupinami pomocí Mann-Whitneyova U testu rovněž neprokázalo statisticky významný rozdíl p 0,384.

Pro maximální transparentnost a ucelenou vizualizaci naměřených dat uvádíme rovněž grafické znázornění interakce z analýzy rozptylu pro opakovaná měření (Obrázek 8). Graf vývoje trupové výdrže v Bourbanově testu názorně dokládá rozložení výsledků a vysvětluje, proč nebyla u tohoto parametru prokázána statistická významnost. Z průběhu linií je patrné, že vývoj obou skupin mezi vstupním a výstupním měřením měl odlišnou tendenci. Zatímco u výzkumné skupiny došlo v průměru k mírnému poklesu času výdrže, kontrolní skupina zaznamenala mírný nárůst.

Výpočet analýzy rozptylu však u tohoto interakčního efektu neprokázal statistickou p 0,288 ani věcnou významnost $\eta_p^2 = 0,09$. Absence statistické významnosti je z grafu patrná i díky velmi širokým intervalům spolehlivosti. Ty poukazují na obrovskou interindividuální variabilitu ve výkonech hráček uvnitř jednotlivých skupin, která případný vliv intervence na celkový výsledek do značné míry překryla.

Obrázek 8

Interakce faktoru času a skupiny u Bourbonova testu



Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, Bourbon test_1 = výsledky Bourbonova testu ventrálního řetězce při vstupním měření, Bourbon test_2 = výsledky Bourbonova testu ventrálního řetězce při výstupním měření.

7.2 Výsledky k hypotéze č. 2

H2: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core vede k signifikantnímu nárůstu hodnot v Y-Balance testu pro dolní končetiny u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

K ověření druhé hypotézy byly analyzovány výsledky (tzv. kompozitní skóre) z Y-Balance testu, přičemž testování probíhalo odděleně pro pravou a levou dolní končetinu. Následující tabulka (Tabulka 3) shrnuje základní popisné statistiky pro výzkumnou i kontrolní skupinu získané ze vstupního a výstupního měření.

Tabulka 3

Popisná charakteristika výsledků Y-Balance testu pro dolní končetiny

Skupina	Končetina	Měření	M	SD
Výzkumná (N= 8)	PDK	Vstupní	108,31	9,10
		Výstupní	110,12	9,66
	LDK	Vstupní	108,91	9,64
		Výstupní	110,59	7,02
Kontrolní (N = 7)	PDK	Vstupní	104,00	12,03
		Výstupní	109,37	5,34
	LDK	Vstupní	105,01	8,56
		Výstupní	109,48	3,99

Poznámka. N = počet probandek, M = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka.

Jak z naměřených hodnot vyplývá, u obou skupin došlo po šesti týdnech k mírnému zlepšení průměrného skóre u obou dolních končetin. K posouzení statistické významnosti těchto rozdílů uvnitř skupin byl použit Wilcoxonův párový test. U výzkumné skupiny nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi vstupním a výstupním měřením ani u pravé p 0,484, ani u levé dolní končetiny p 0,327. U kontrolní skupiny se výsledky blížily k hladině významnosti u levé dolní končetiny p 0,063, avšak ani zde, stejně jako u pravé končetiny p 0,310, nebylo dosaženo statisticky významného rozdílu. Následné porovnání míry zlepšení mezi výzkumnou a kontrolní skupinou pomocí Mann-Whitneyova U testu rovněž neprokázalo statisticky významný rozdíl. Pro PDK byla p-hodnota 0,772, pro LDK to bylo p 0,603.

Přestože při detailním zkoumání nedosáhly změny uvnitř izolovaných skupin hladiny statistické významnosti, odlišná situace nastala při analýze celého výzkumného souboru. Při zhodnocení celého souboru bez rozlišení intervence pomocí Wilcoxonova párového testu (Tabulka 4) byl u levé dolní končetiny prokázán celkový statisticky významný nárůst dynamické stability. Průměrné kompozitní skóre celého týmu se zvýšilo ze 107,09 na 110,07 bodů. Tento plošný signifikantní nárůst ukazuje, že v průběhu šesti týdnů se dynamická rovnováha na levé dolní končetině zlepšila u všech hráček plošně. Jelikož nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi

výzkumnou a kontrolní skupinou, lze toto zlepšení přisoudit specifickým samotného házenkářského tréninku a probíhající herní sezóny.

Tabulka 4

Wilcoxonův párový test Y-Balance testu pro dolní končetiny

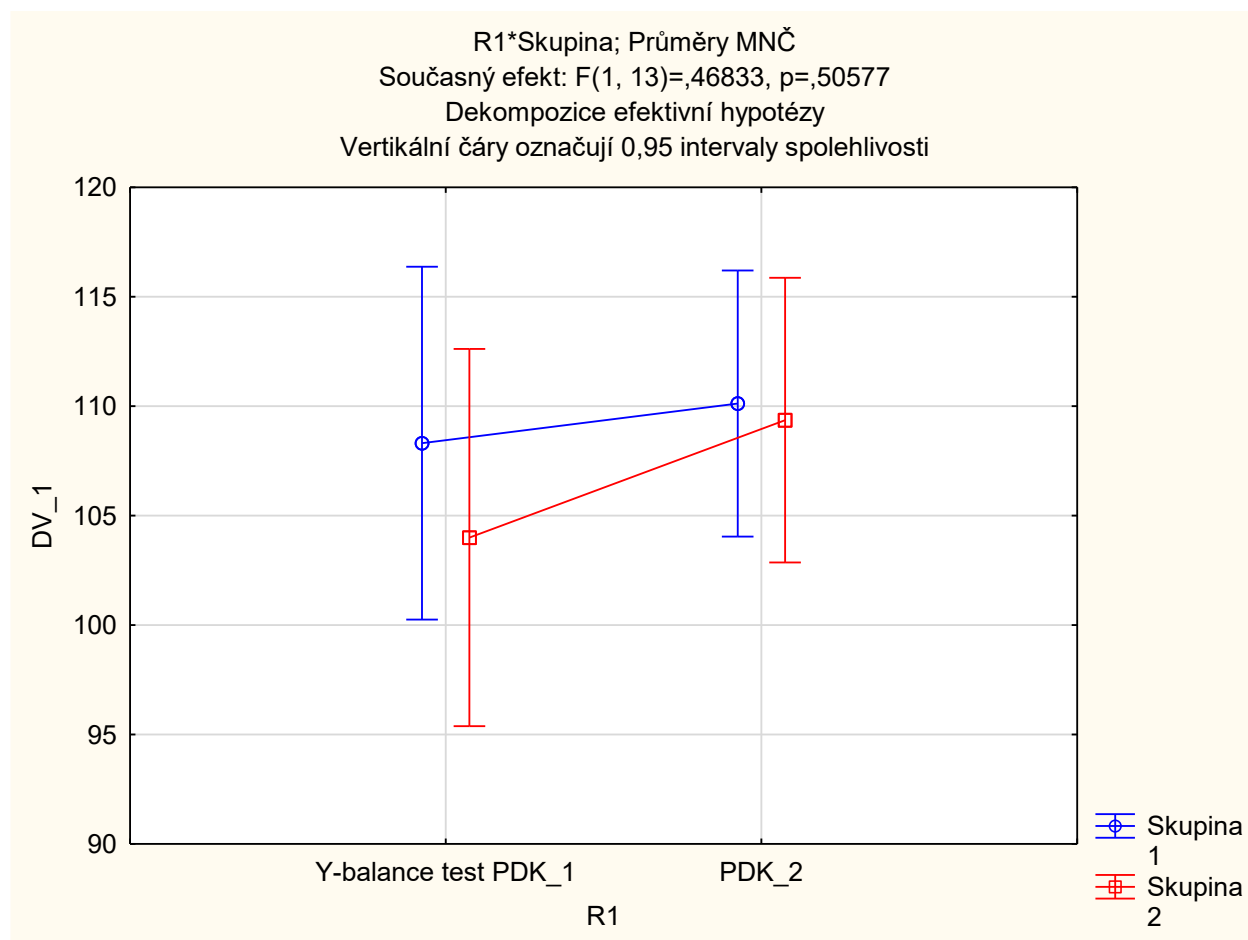
Dvojice proměnných	Skupina	Platný N	T	Z	p-hodnot
PDK_1 & PDK_2	Výzkumná	8	13,00	0,70	0,484
PDK_1 & PDK_2	Kontrolní	7	8,00	1,01	0,310
PDK_1 & PDK_2	Obě	15	39,00	1,19	0,233
LDK_1 & LDK_2	Výzkumná	8	11,00	0,98	0,327
LDK_1 & LDK_2	Kontrolní	7	3,00	1,86	0,062
LDK_1 & LDK_2	Obě	15	25,00	1,99	0,047

Poznámka. N = počet probandek, T = testové kritérium Wilcoxonova testu, Z = Z skóre, standardizované testové kritérium

Grafické znázornění interakce z analýzy rozptylu (Obrázek 9) zachycuje vývoj dynamické stability pravé dolní končetiny hodnocené pomocí Y-Balance testu. Sledované skupiny začínaly na mírně odlišných vstupních hodnotách, přičemž výzkumná skupina vykazovala v průměru o něco vyšší výchozí skóre než kontrolní skupina. Z průběhu linií je zřetelně patrné, že vlivem času došlo u obou skupin k nárůstu průměrných hodnot, což značí celkové zlepšení sledovaného parametru. Ačkoliv má křivka kontrolní skupiny nepatrně strmější progres, obě linie stoupají ve velmi podobném trendu. Tento předpoklad potvrdil i samotný výpočet analýzy rozptylu. Interakční efekt totiž nedosáhl statistické významnosti $p = 0,506$ a vykázal pouze malou velikost účinku $\eta_p^2 = 0,03$. Široké intervaly spolehlivosti zobrazené v grafu navíc znovu poukazují na značnou interindividuální variabilitu ve výkonech jednotlivých hráček. Zjištěná data tak dokládají, že ačkoli se stabilita pravé dolní končetiny u hráček v čase zlepšila, intervence s pomůckou Marrko Core nevedla k signifikantně odlišnému vývoji ve srovnání s běžným tréninkovým režimem.

Obrázek 9

Intervence faktoru času a skupiny u Y-Balance testu pravé dolní končetiny



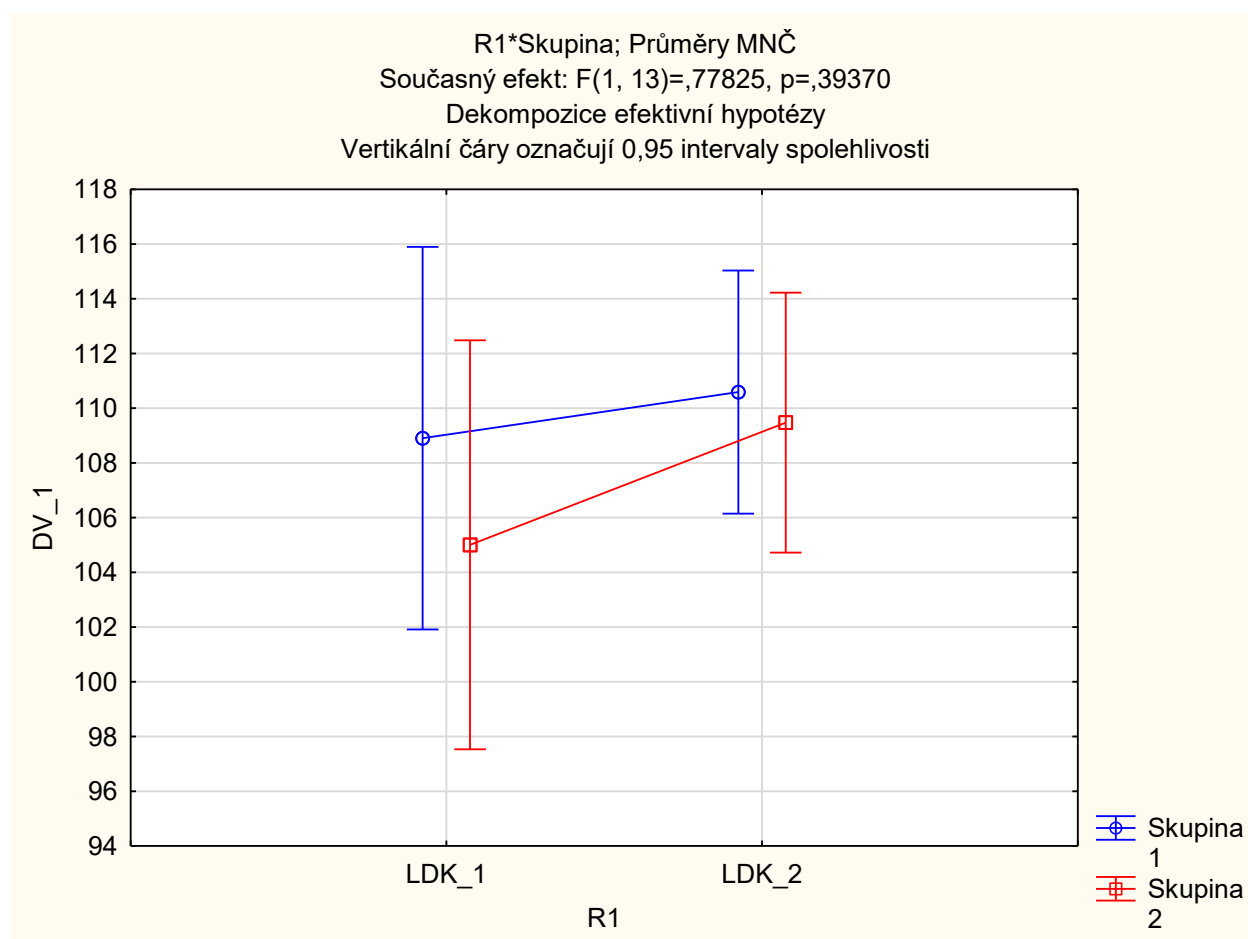
Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, Y -balance test PDK_1 = výsledky Y-Balance testu pravé dolní končetiny při vstupním měření, PDK_2 = výsledky Y-Balance testu pravé dolní končetiny při výstupním měření.

Grafické znázornění interakce z analýzy rozptylu (Obrázek 10) zachycuje vývoj dynamické stability levé dolní končetiny hodnocené pomocí Y-Balance testu. Na počátku intervence vykazovala výzkumná skupina v průměru o něco vyšší vstupní hodnoty než skupina kontrolní. Z průběhu křivek je zřejmé, že vlivem času došlo u obou sledovaných skupin ke zlepšení, tedy k nárůstu průměrných dosažených vzdáleností. Přestože je rostoucí trend u kontrolní skupiny nepatrně strmější, obě linie směřují vzhůru a navzájem se mírně přibližují. Tento vizuální předpoklad potvrdily i výsledky analýzy rozptylu, které u interakčního efektu neprokázaly statistickou významnost $p\ 0,394$ a odhalily pouze malou velikost věcného účinku $\eta_p^2 = 0,06$. Široké a vzájemně se překrývající intervaly spolehlivosti zobrazené v grafu opět dokládají značnou interindividuální variabilitu v naměřených výkonech jednotlivých hráček. Výsledky tak

ukazují, že i když se stabilita levé dolní končetiny u hráček celkově zlepšila, intervence s pomůckou Marrko Core nepřinesla z hlediska statistiky signifikantně odlišný vývoj oproti standardnímu tréninkovému režimu.

Obrázek 10

Interakce faktoru času a skupiny u Y-Balance testu levé dolní končetiny



Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, LDK_1 = výsledky Y-Balance testu levé dolní končetiny při vstupním měření, LDK_2 = výsledky Y-Balance testu levé dolní končetiny při výstupním měření.

7.3 Výsledky k hypotéze č. 3

H3: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně zvyšuje hodnoty v Y-Balance testu pro horní končetiny u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

K ověření třetí hypotézy byly analyzovány výsledky kompozitního skóre z Y-Balance testu pro horní končetiny (Tabulka 5). Testování dynamické stability probíhalo odděleně pro pravou a levou horní končetinu. Před samotným výběrem statistických metod byla pro všechny sledované

proměnné ověřena normalita rozložení dat pomocí Shapiro-Wilkova testu. Výsledky testu prokázaly normální rozložení dat $p > ,05$, což umožnilo využití parametrických statistických metod.

Tabulka 5

Popisná charakteristika výsledků Y-Balance testu pro horní končetiny

Skupina	Končetina	Měření	M	SD
Výzkumná (N= 8)	PHK	Vstupní	88,42	10,32
		Výstupní	92,82	9,10
	LHK	Vstupní	92,35	9,46
		Výstupní	94,91	8,41
Kontrolní (N = 7)	PHK	Vstupní	100,10	11,47
		Výstupní	94,84	10,87
	LHK	Vstupní	96,18	10,32
		Výstupní	95,34	12,54

Poznámka. N = počet probandek, M = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka.

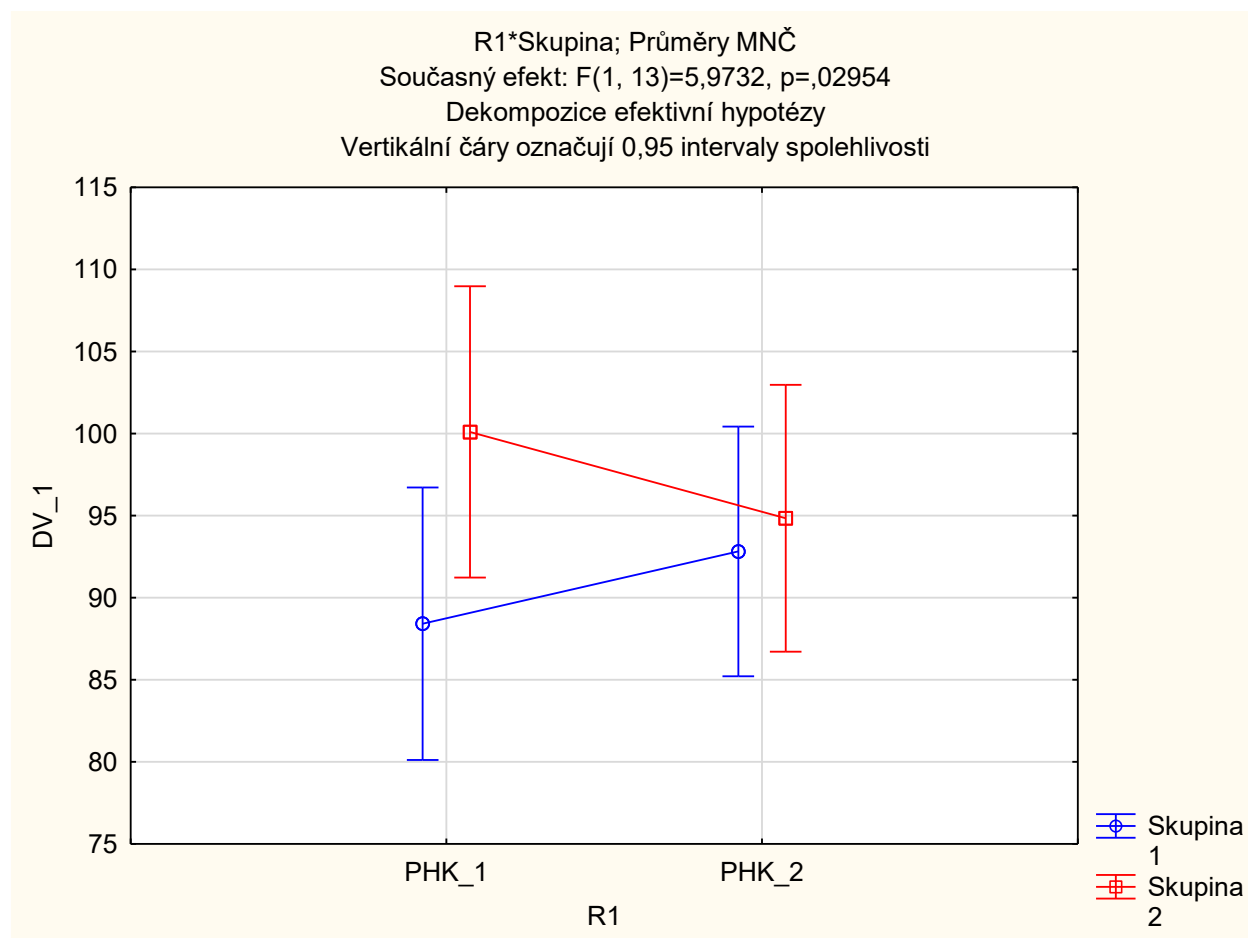
Z naměřených hodnot je patrný odlišný trend vývoje mezi oběma skupinami. U výzkumné skupiny došlo po šesti týdnech intervence ke zvýšení průměrného skóre u obou horních končetin. Naopak u kontrolní skupiny byl zaznamenán plošný pokles hodnot.

K detailnímu zhodnocení těchto rozdílů a porovnání míry zlepšení mezi výzkumnou a kontrolní skupinou byla aplikována analýza rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). U pravé horní končetiny (PHK) analýza potvrdila statisticky významný efekt interakce mezi faktorem času a příslušností ke skupině $p 0,030$. Výpočet věcné významnosti pomocí parciálního éta-kvadrátu navíc ukázal hodnotu $\eta_p^2 = 0,31$.

Grafické znázornění interakce z analýzy rozptylu (Obrázek 11) jasně ilustruje odlišný trend vývoje mezi oběma skupinami. Zatímco u výzkumné skupiny je patrná rostoucí tendence kompozitního skóre mezi vstupním a výstupním měřením, u kontrolní skupiny dochází v průběhu sledovaného období k poklesu hodnot. Právě tento zjištěný protichůdný vývoj je hlavním důvodem prokázané statistické významnosti $p 0,029$.

Obrázek 11

Interakce faktoru času a skupiny u Y-Balance testu pravé horní končetiny



Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, PHK_1 = výsledky Y-Balance testu pravé horní končetiny při vstupním měření, PHK_2 = výsledky Y-Balance testu pravé horní končetiny při výstupním měření.

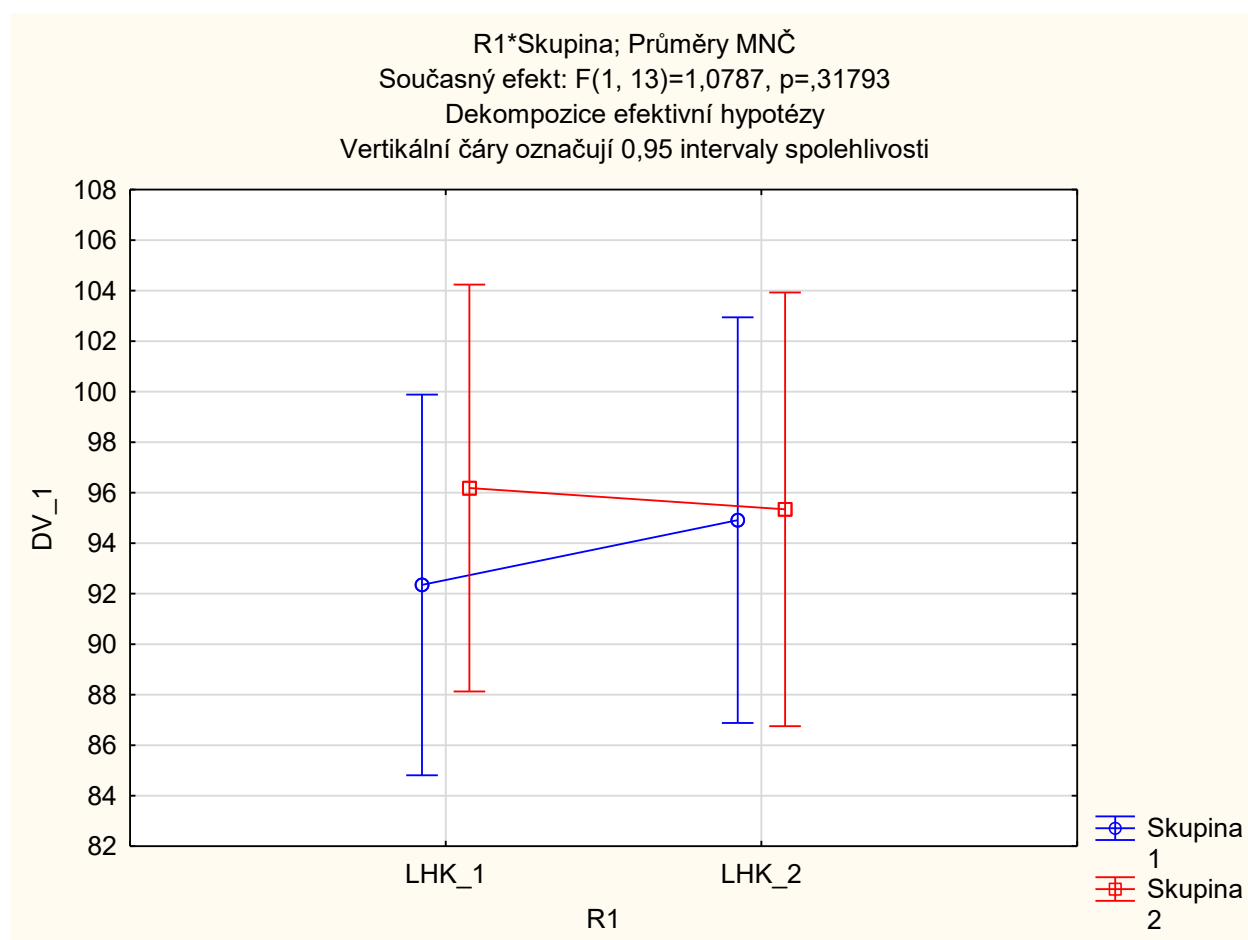
U levé horní končetiny byl sice rovněž zaznamenán pozitivní trend ve prospěch výzkumné skupiny, avšak efekt interakce času a skupiny zde nedosáhl statistické ani věcné významnosti $p = 0,318$; $\eta_p^2 = 0,08$.

Grafické znázornění interakce z analýzy rozptylu (Obrázek 12) pro levou horní končetinu ukazuje mírně odlišný trend vývoje mezi oběma skupinami. Zatímco u výzkumné skupiny došlo mezi vstupním a výstupním měřením k nárůstu průměrných hodnot, u kontrolní skupiny pozorujeme naopak nepatrný pokles. Přestože křivky naznačují tento protichůdný vývoj, výpočet analýzy rozptylu u tohoto interakčního efektu neprokázal statistickou významnost. Absence statistické významnosti je z grafického znázornění dobře vysvětlitelná značně širokými intervaly

spolehlivosti, které poukazují na vysokou míru interindividuální variability ve výkonech hráček uvnitř obou sledovaných skupin.

Obrázek 12

Interakce faktoru času a skupiny u Y-Balance testu levé horní končetiny



Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, LHK_1 = výsledky Y-Balance testu levé horní končetiny při vstupním měření, LHK_2 = výsledky Y-Balance testu levé horní končetiny při výstupním měření.

7.4 Výsledky k hypotéze č. 4

H4: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core má signifikantně pozitivní vliv na silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu (ER:IR) u výzkumné skupiny oproti kontrolní skupině.

K ověření čtvrté hypotézy byla analyzována data získaná z dynamometrického měření maximální izometrické síly svalů ramenního kloubu. Pro obě horní končetiny byl vypočítán silový poměr zevních a vnitřních rotátorů, jehož ideální fyziologická hodnota se blíží k 1,0 (100 %).

Následující tabulka (Tabulka 6) shrnuje základní popisné statistiky obou skupin ze vstupního a výstupního měření.

Tabulka 6

Popisná charakteristika výsledků poměru sil zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu

Skupina	Končetina	Měření	M	SD
Výzkumná (N= 8)	PHK	Vstupní	0,85	0,12
		Výstupní	0,95	0,11
	LHK	Vstupní	0,94	0,15
		Výstupní	0,87	0,14
Kontrolní (N = 7)	PHK	Vstupní	0,86	0,13
		Výstupní	0,99	0,14
	LHK	Vstupní	0,88	0,08
		Výstupní	0,96	0,18

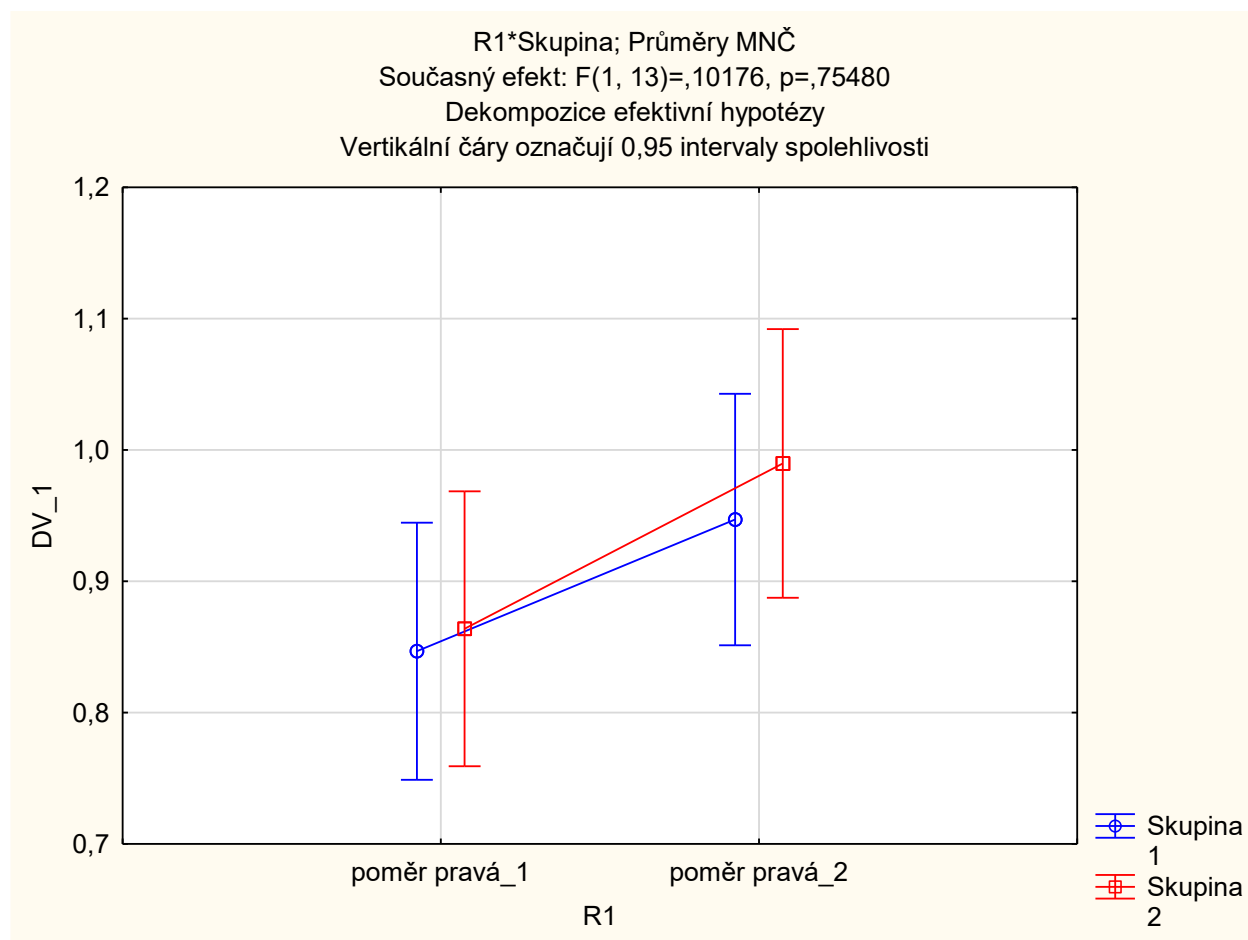
Poznámka. N = počet probandek, M = průměr, SD = směrodatná odchylka.

Při hodnocení změn uvnitř jednotlivých skupin pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu byl zjištěn statisticky významný posun pouze u pravého ramene u výzkumné skupiny. Průměrný silový poměr se zde signifikantně zvýšil z původních 0,85 na 0,95, přičemž p-hodnota dosáhla úrovně 0,036 při hodnotě testového kritéria $Z = 2,10$. U kontrolní skupiny nebyla změna u pravého ramene statisticky významná $p = 0,176$. U levého ramene nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl ani u jedné ze sledovaných skupin. Pro komplexní porovnání míry zlepšení mezi výzkumnou a kontrolní skupinou byla využita analýza rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). U pravého ramene analýza prokázala statisticky významný hlavní efekt času $p = 0,015$ s vysokou věcnou významností $\eta_p^2 = 0,38$. Znamená to, že bez ohledu na příslušnost ke skupině se silový poměr v průběhu šesti týdnů u hráček prokazatelně optimalizoval. Stěžejní efekt interakce (porovnání vývoje obou skupin) však neprokázal statistickou $p = 0,755$ ani věcnou významnost $\eta_p^2 = 0,0$.

Grafické znázornění z analýzy rozptylu (Obrázek 13) tento vývoj jasně vizualizuje. Obě sledované skupiny začínaly na téměř identických vstupních hodnotách (0,85 a 0,86). Vlivem času u obou skupin došlo k rostoucímu trendu a přiblížení se k optimálnímu fyziologickému poměru 1,0. Protože mají obě linie na grafu velmi podobný, téměř rovnoběžný sklon vzhůru, potvrzuje se tím silný efekt času na úkor rozdílu mezi výzkumnou a kontrolní skupinou.

Obrázek 13

Vývoj silového poměru zevních a vnitřních rotátorů u pravého ramenního kloubu



Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, poměr pravá_1 = silový poměr zevních a vnitřních rotátorů pravého ramenního kloubu při vstupním měření, poměr pravá_2 = silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu při výstupním měření.

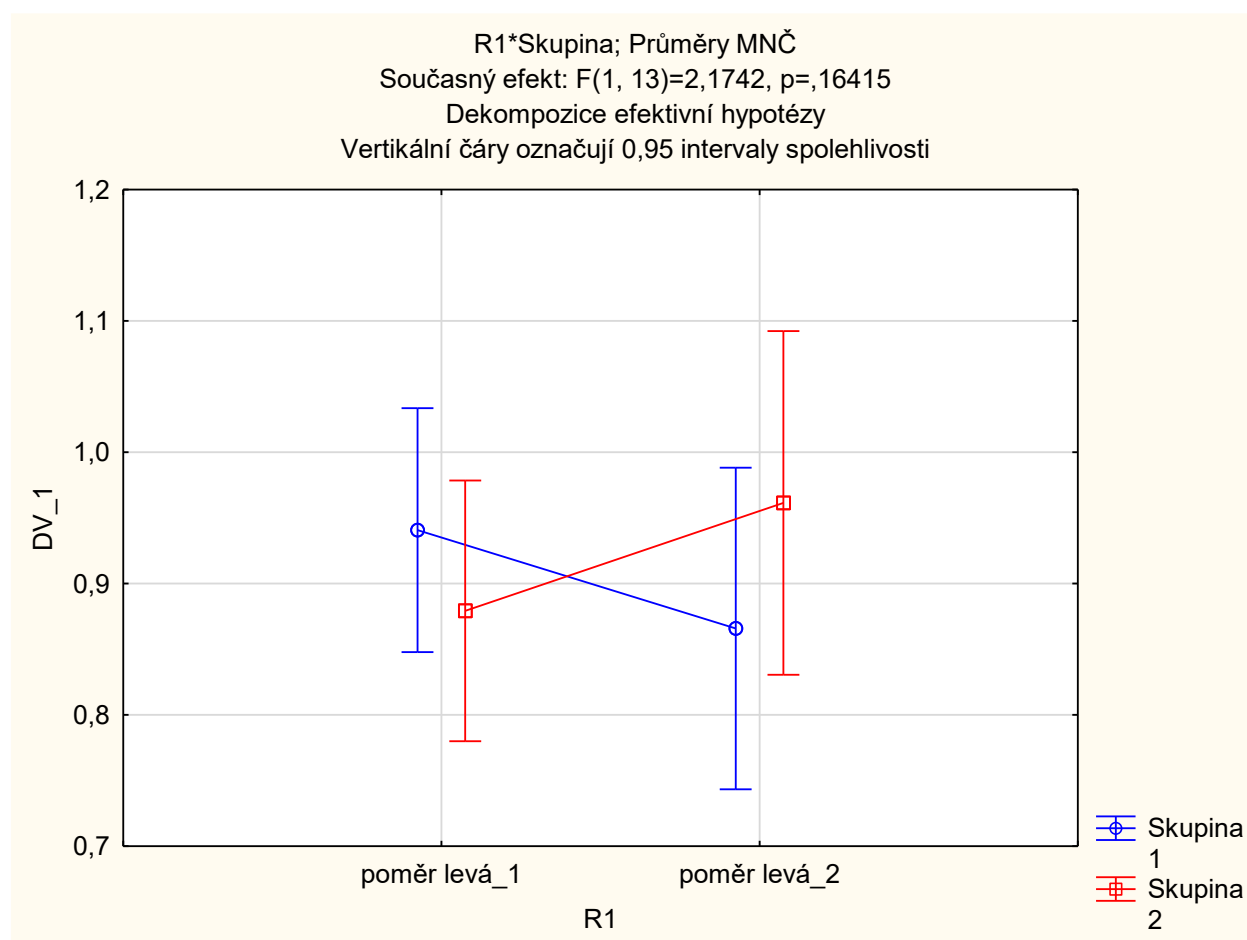
U levého ramene byl vývoj obou skupin odlišný. Zatímco u výzkumné skupiny průměrný silový poměr klesl, u kontrolní skupiny se naopak zvýšil. Přestože tento interakční efekt nedosáhl hranice statistické významnosti $p\ 0,164$, výpočet parciálního éta-kvadrátu poukázal na velkou věcnou významnost tohoto rozdílu $\eta_p^2 = 0,14$.

Grafické znázornění z analýzy rozptylu (Obrázek 14) tento vývoj jasně vizualizuje. Sledované skupiny začínaly na odlišných vstupních hodnotách (výzkumná skupina na 0,94 a kontrolní na 0,88). Vlivem času u nich nedošlo ke stejnému vývoji, ale naopak k nápadně protichůdnému trendu. Zatímco u kontrolní skupiny má křivka rostoucí sklon a přibližuje se k optimálnímu fyziologickému poměru 1,0, u výzkumné skupiny došlo k poklesu a vzdálení se od této ideální hodnoty. Protože se obě linie na grafu kříží a mají zcela opačný směr, vizualizuje

tento graf zřetelně odlišnou reakci obou skupin v čase, přestože tento rozdíl vlivem širokých intervalů spolehlivosti nedosáhl hranice statistické významnosti.

Obrázek 14

Vývoj silového poměru zevních a vnitřních rotátorů u levého ramenního kloubu



Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, poměr levá_1 = silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu při vstupním měření, poměr levá_2 = silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu při výstupním měření.

7.5 Výsledky k hypotéze č. 5

H5: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně snižuje stranovou asymetrii při rotaci hrudní páteře u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

K ověření páté hypotézy byly analyzovány rozsahy pohybu hrudní páteře do rotace. Testování probíhalo goniometrickým měřením odděleně pro rotaci vlevo a rotaci vpravo, což slouží k posouzení případné stranové asymetrie. Následující tabulka (Tabulka 7) shrnuje základní popisné statistiky pro výzkumnou i kontrolní skupinu získané ze vstupního a výstupního měření.

Tabulka 7*Popisné charakteristiky výsledků rotace hrudní a bederní páteře (ve stupních)*

Skupina	Směr rotace	Měření	M	SD
Výzkumná (N= 8)	Vlevo	Vstupní	46,88	9,98
		Výstupní	38,13	12,23
	Vpravo	Vstupní	43,13	9,61
		Výstupní	40,00	15,12
Kontrolní (N = 7)	Vlevo	Vstupní	54,43	12,20
		Výstupní	41,43	8,52
	Vpravo	Vstupní	44,29	7,87
		Výstupní	42,86	12,20

Poznámka. N = počet probandek, M = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka.

Z popisných statistik je zřejmé, že k vyrovnaní asymetrie nebo zvětšení rozsahu pohybu po šesti týdnech nedošlo. Naopak u obou skupin byl zaznamenán plošný pokles průměrných hodnot rotace, a to výrazněji u rotace vpravo. U výzkumné skupiny klesl průměrný rozsah rotace vlevo z 46,88° na 38,13° a u rotace vpravo z 43,13° na 40,00°. Velmi podobný trend vykazovala i kontrolní skupina, kde rotace vlevo klesla z 54,43° na 41,43° a rotace vpravo z 44,29° na 42,86°.

Pro posouzení rozdílů uvnitř jednotlivých skupin mezi vstupním a výstupním měřením byl využit Wilcoxonův párový test (Tabulka 8). U výzkumné skupiny byl zjištěn statisticky významný pokles u rotace vlevo p 0,028, zatímco u rotace vpravo změna významná nebyla p 0,441. Zcela totožný výsledek se objevil u kontrolní skupiny, kde došlo rovněž k signifikantnímu snížení rozsahu rotace vlevo p 0,018 a nesignifikantní změně u rotace vpravo p 0,675.

Tabulka 8*Wilcoxonův párový test*

Dvojice proměnných	Skupina	Platný N	T	Z	p-hodnot
ThP ROT L_1 & ThP ROT L_2	Výzkumná	7	1,00	2,20	0,028
ThP ROT L_1 & ThP ROT L_2	Kontrolní	7	0,00	2,37	0,018
ThP ROT P_1 & ThP ROT P_2	Výzkumná	8	12,50	0,77	0,441
ThP ROT P_1 & ThP ROT P_2	Kontrolní	6	8,50	0,42	0,675

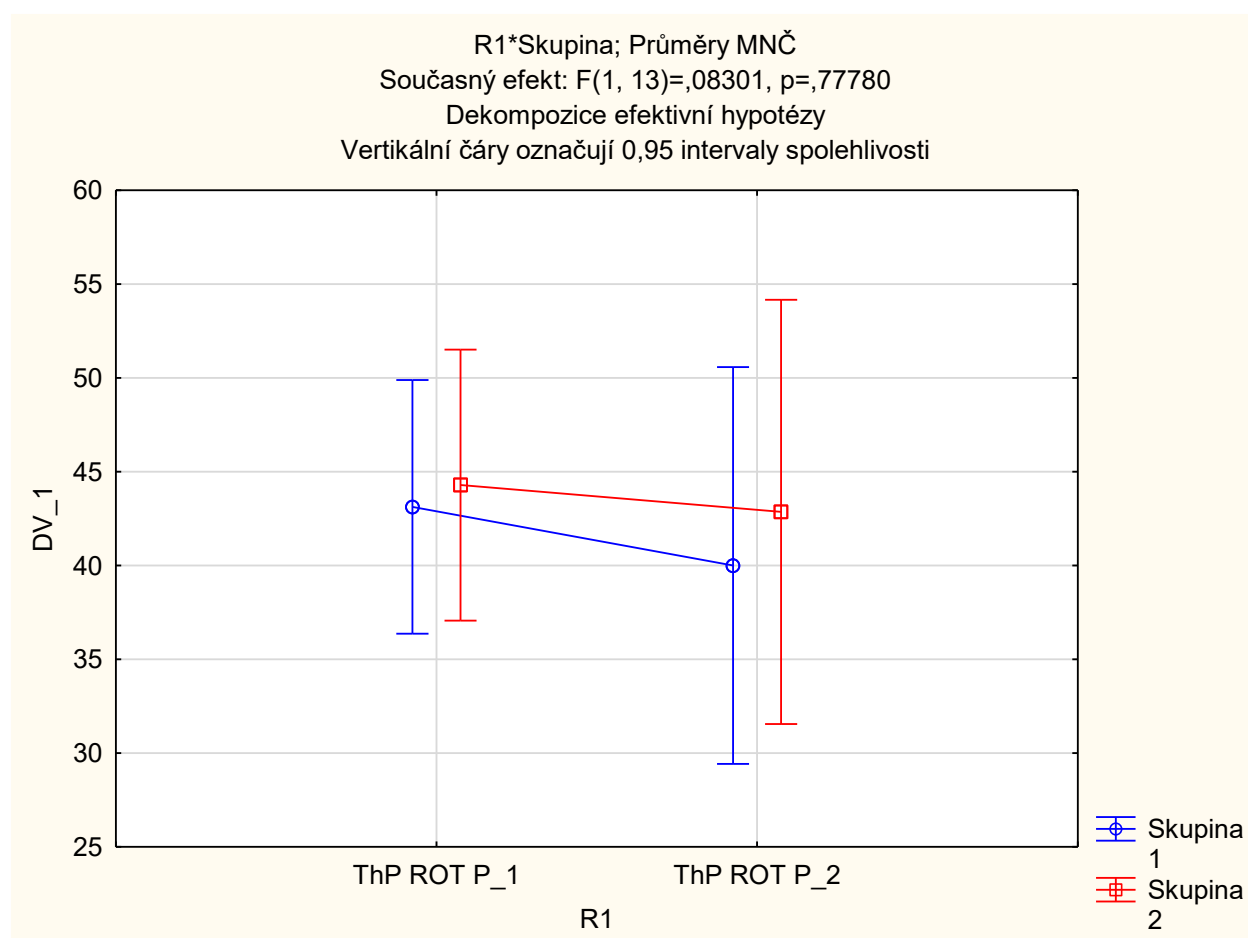
Poznámka. N = počet probandek, T = testové kritérium Wilcoxonova testu, Z = Z skóre – standardizované testové kritérium

Stěžejní částí hypotézy bylo porovnání vývoje mezi výzkumnou a kontrolní skupinou pomocí Mann-Whitneyova U testu. Porovnání rozdílů mezi vstupním a výstupním měřením neprokázalo žádný statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami ani u rotace vlevo p 0,405, ani u rotace vpravo p 0,680.

Grafické znázornění interakce z analýzy rozptylu (Obrázek 15) zachycuje vývoj rozsahu pohybu hrudní páteře do rotace vpravo. Obě sledované skupiny vykazovaly na začátku intervence velmi podobné vstupní hodnoty. Z průběhu linií je patrné, že vlivem času došlo u výzkumné i kontrolní skupiny k nepatrnému poklesu průměrného rozsahu pohybu. Vzhledem k tomu, že obě křivky mají téměř totožný, paralelní sklon, potvrzuje tento vizuální trend absenci statisticky významného rozdílu ve vývoji obou skupin. Statistické testování neprokázalo mezi sledovanými proměnnými signifikantní rozdíl, jelikož p-hodnota dosáhla úrovně 0,778. Zjištěná věcná významnost měřená parciálním éta-kvadrátem činila 0,01, z čehož vyplývá, že vliv zkoumaného faktoru byl zcela zanedbatelný. Široké intervaly spolehlivosti zobrazené v grafu navíc opět poukazují na značnou interindividuální variabilitu hráček.

Obrázek 15

Interakce faktoru času a skupiny rotace hrudní páteře vpravo

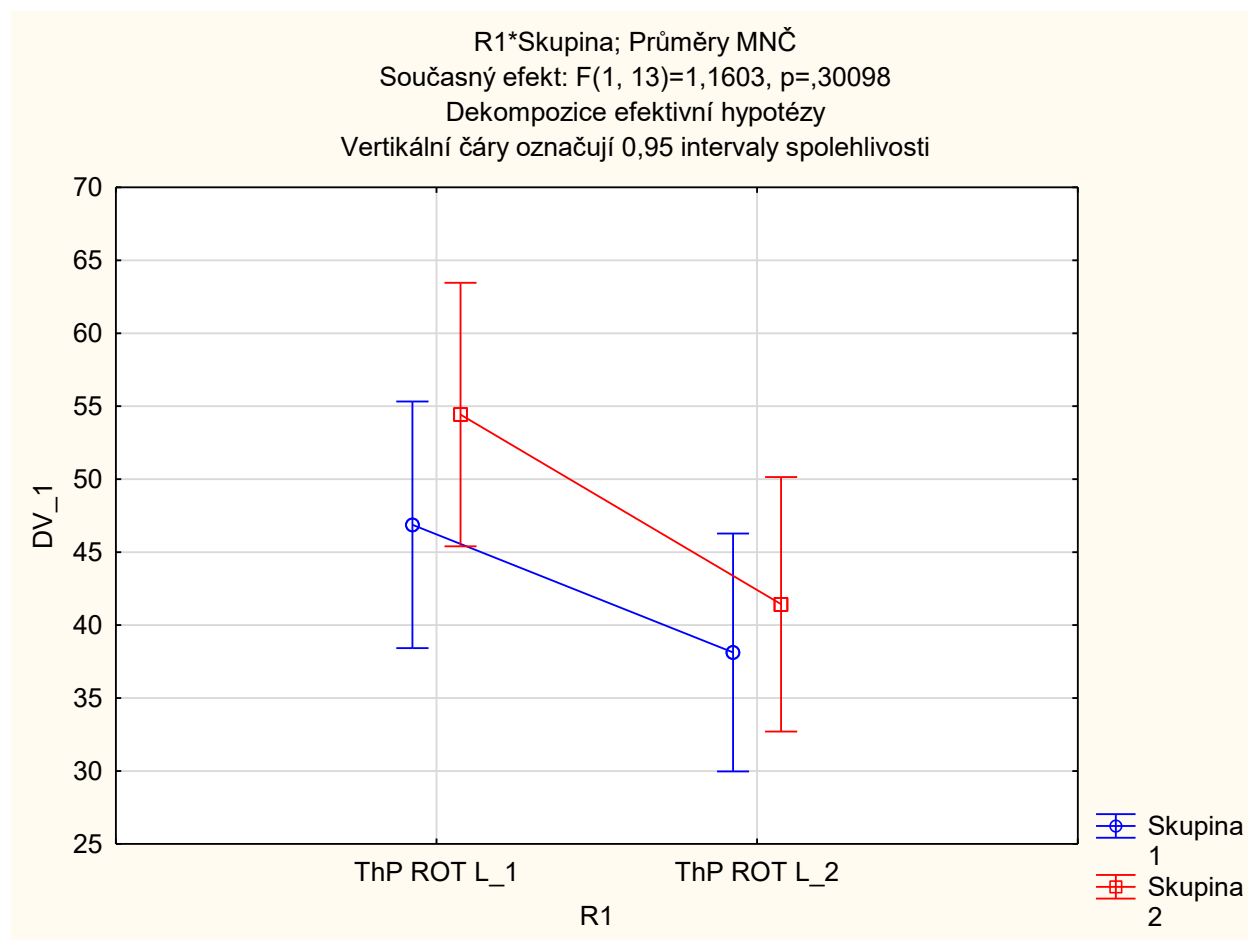


Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, ThP ROT P_1 = rotace hrudní páteře vpravo při vstupním měření, ThP ROT P_2 = rotace hrudní páteře vpravo při výstupním měření.

Při hlubší analýze dat pomocí analýzy rozptylu byl u rotace hrudní páteře vlevo zjištěn vysoce statisticky významný hlavní efekt času, jelikož p-hodnota klesla pod hranici 0,001. Zjištěná věcná významnost měřená parciálním éta-kvadrátem navíc dosáhla extrémně vysoké hodnoty 0,70, což potvrzuje velmi silný vliv tohoto faktoru. Tento výsledek potvrzuje, že v celém sledovaném souboru došlo mezi vstupním a výstupním měřením k velkému poklesu mobility do rotace vlevo. Jelikož interakce času a skupiny nebyla signifikantní p 0,301, lze konstatovat, že tento negativní trend postihl obě skupiny (výzkumnou i kontrolní) obdobně. Grafické znázornění tohoto efektu (Obrázek 16) ukazuje dvě téměř paralelní linie směřující dolů. Obě skupiny začínaly na vyšších hodnotách a po šesti týdnech skončily s výrazně nižším rozsahem pohybu. Tento celoplošný pokles mobility dominantním směrem pravděpodobně odráží kumulativní únavu a jednostranné zatížení hráček v probíhající herní sezóně, kterému ani intervenční program nedokázal zabránit.

Obrázek 16

Interakce faktoru času a skupiny rotace hrudní páteře vlevo



Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, ThP ROT L_1 = rotace hrudní páteře vlevo při vstupním měření, ThP ROT L_2 = rotace hrudní páteře vlevo při výstupním měření.

7.6 Výsledky k hypotéze č. 6

H6: Šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core má signifikantně pozitivní vliv na rozsah pohybu při lateroflexi hrudní páteře u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou.

K ověření šesté hypotézy byly analyzovány výsledky goniometrického měření rozsahu pohybu hrudní páteře do lateroflexe. Testování probíhalo v obou směrech, tedy pro lateroflexi vlevo a lateroflexi vpravo, přičemž hodnoty byly zaznamenávány ve stupních. Následující tabulka (Tabulka 9) shrnuje základní popisné statistiky pro výzkumnou i kontrolní skupinu získané ze vstupního a výstupního měření.

Tabulka 9*Popisné charakteristiky výsledků lateroflexe hrudní a bederní páteře (ve stupních)*

Skupina	Směr pohybu	Měření	M	SD
Výzkumná (N= 8)	Vpravo	Vstupní	27,50	7,56
		Výstupní	28,13	7,53
	Vlevo	Vstupní	29,38	4,96
		Výstupní	33,13	7,04
Kontrolní (N = 7)	Vpravo	Vstupní	27,14	5,67
		Výstupní	29,29	4,50
	Vlevo	Vstupní	26,43	5,56
		Výstupní	35,00	5,00

Poznámka. N = počet probandek, M = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka.

Z naměřených hodnot je patrné, že u obou skupin došlo k nárůstu průměrného rozsahu pohybu, a to zejména při úklonu vpravo. U výzkumné skupiny se rozsah lateroflexe vlevo zvýšil jen nepatrně z 27,50° na 28,13°, zatímco vpravo vzrostl z 29,38° na 33,13°. Obdobný trend, avšak s výraznějšími změnami, byl pozorován u kontrolní skupiny, kde lateroflexe vlevo stoupla z 27,14° na 29,29° a lateroflexe vpravo z 26,43° až na 35,00°.

Pro zhodnocení statistické významnosti těchto změn uvnitř jednotlivých skupin byl využit Wilcoxonův párový test (Tabulka 10). U výzkumné skupiny nebyla změna rozsahu u lateroflexe vlevo statisticky významná p 0,893. Zvýšení rozsahu u lateroflexe vpravo se blížilo hladině významnosti, avšak nedosáhlo jí p 0,093. U kontrolní skupiny rovněž nebyl prokázán významný rozdíl u úklonu vlevo p 0,273, nicméně u úklonu vpravo byl zaznamenán statisticky významný nárůst p 0,028.

Tabulka 10*Wilcoxonův párový test lateroflexe hrudní páteře*

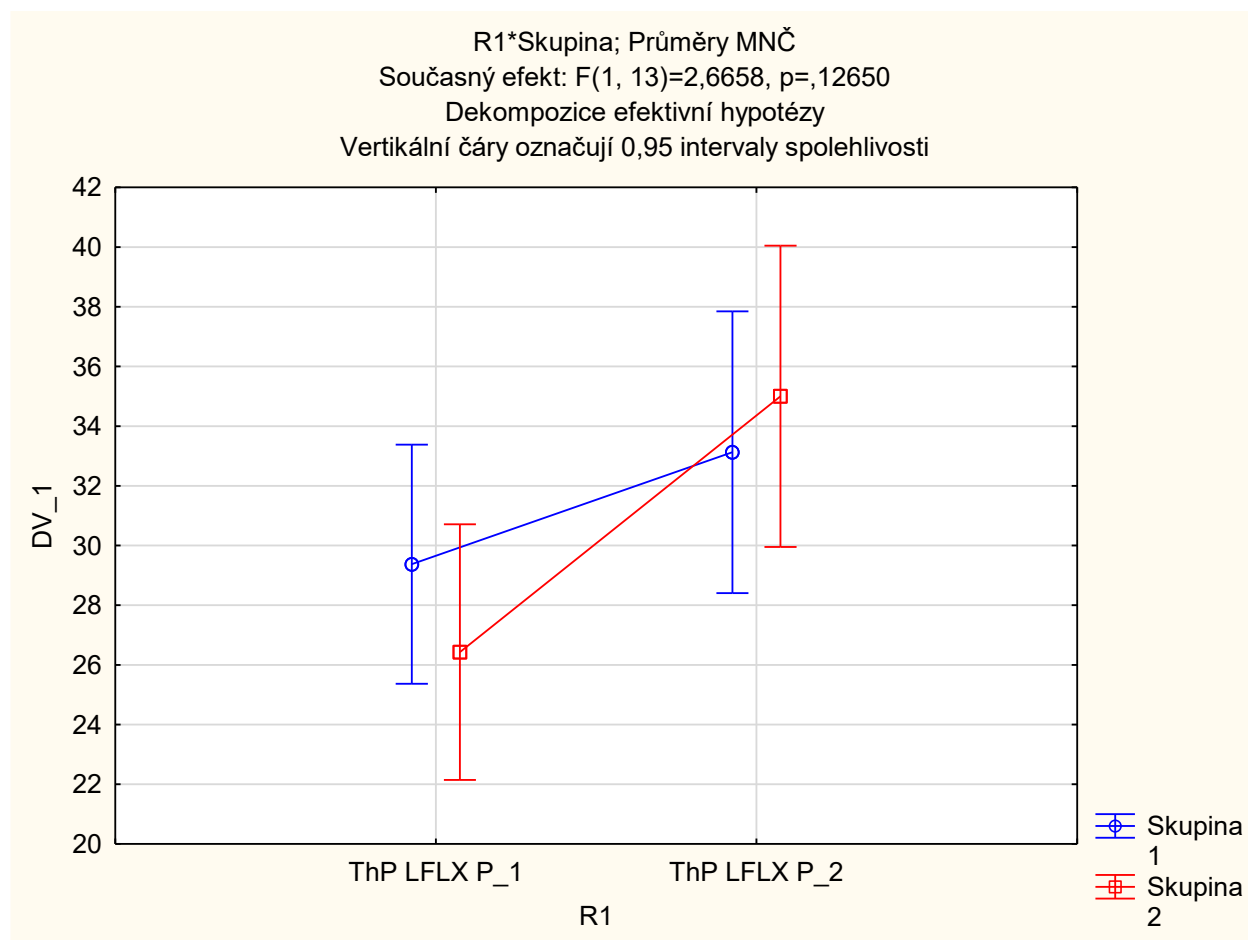
Dvojice proměnných	Skupina	Platný N	T	Z	p-hodnot
ThP LFLX L_1 & ThP LFLX L_2	Výzkumná	5	7,00	0,14	0,893
ThP LFLX L_1 & ThP LFLX L_2	Kontrolní	4	2,00	1,09	0,273
ThP LFLX P_1 & ThP LFLX P_2	Výzkumná	6	2,50	1,68	0,093
ThP LFLX P_1 & ThP LFLX P_2	Kontrolní	6	0,00	2,20	0,028

Poznámka. N = počet probandek, T = testové kritérium Wilcoxonova testu, Z = Z skóre – standardizované testové kritérium

K detailnímu zhodnocení změn v čase a k porovnání obou skupin byla následně aplikována analýza rozptylu pro opakovaná měření (ANOVA). Nejvýraznější výsledky byly zjištěny u rozsahu pohybu do lateroflexe vpravo. U tohoto směru potvrdila analýza rozptylu vysoce statisticky významný hlavní efekt času, neboť p-hodnota klesla na úroveň 0,001. Výpočet věcné významnosti navíc ukázal hodnotu parciálního éta-kvadrátu 0,57, což představuje velký účinek tohoto faktoru. Znamená to, že bez ohledu na příslušnost ke skupině došlo u hráček v průběhu šesti týdnů k prokazatelnému nárůstu mobility do lateroflexe vpravo. Při hodnocení interakce mezi faktorem času a příslušností ke skupině sice nebyla dosažena hladina statistické významnosti p 0,126, avšak výpočet parciálního éta-kvadrátu $\eta_p^2 = 0,17$ poukázal na velký věcný efekt tohoto rozdílu. Tento odlišný vývoj je zřetelně patrný z grafického znázornění interakce (Obrázek 17). Linie obou skupin vykazují rostoucí trend, avšak nárůst rozsahu pohybu u kontrolní skupiny je mnohem strmější než u skupiny výzkumné.

Obrázek 17

Interakce faktoru času a skupiny pro lateroflexi vpravo

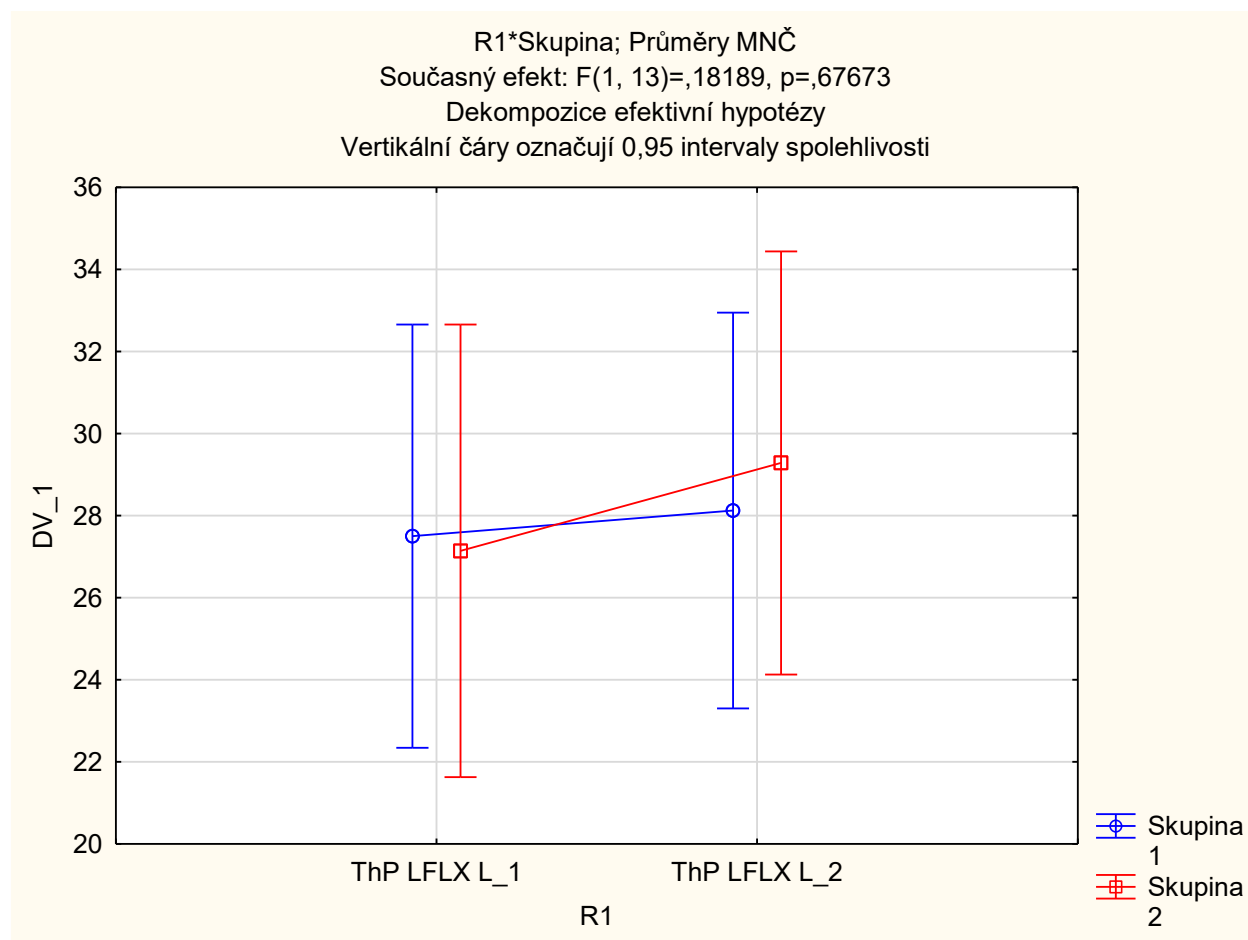


Poznámka. Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, ThP LFLX P_1 = lateroflexe hrudní páteře vpravo při vstupním měření, ThP LFLX P_2 = lateroflexe hrudní páteře vpravo při výstupním měření.

Grafické znázornění interakce z analýzy rozptylu (Obrázek 18) zachycuje vývoj rozsahu pohybu hrudní páteře do lateroflexe vlevo. Obě sledované skupiny vykazovaly na začátku intervence velmi podobné vstupní hodnoty. Z průběhu linií je patrné, že vlivem času došlo u obou skupin k mírnému nárůstu průměrného rozsahu pohybu. Zatímco u výzkumné skupiny hodnoty spíše stagnovaly a zaznamenaly jen minimální posun, u kontrolní skupiny je rostoucí trend nepatrně strmější. Přestože se obě křivky v grafu protínají, rozdíl v jejich vývoji není velký. Tento předpoklad potvrdily i výsledky analýzy rozptylu, které u interakčního efektu neprokázaly statistickou významnost $p=0,677$ a odhalily pouze minimální věcnou velikost účinku $\eta_p^2 = 0,01$. Rozložení dat a široké intervaly spolehlivosti zobrazené v grafu navíc opět poukazují na značnou interindividuální variabilitu uvnitř obou skupin.

Obrázek 18

Interakce faktoru času a skupiny pro lateroflexi hrudní páteře vlevo



Skupina 1 = výzkumná, Skupina 2 = kontrolní, ThP LFLX L_1 = lateroflexe hrudní páteře vlevo při vstupním měření, ThP LFLX L_2 = lateroflexe hrudní páteře vlevo při výstupním měření.

8 DISKUSE

Význam trupové stabilizace je v házené nepopíratelný. Silný a stabilní střed těla je nezbytným předpokladem pro efektivní přenos kinetické energie v rámci svalových řetězců, což se přímo promítá do optimalizace techniky, rychlosti hodů a celkové prevence zranění (Enoki et al., 2024). Pozitivní vliv cíleného core tréninku na neuromuskulární kontrolu dolních končetin dlouhodobě potvrzuje řada odborných studií. Například Sasaki et al. (2019) prokázali, že osmitýdenní trénink středu těla vede k signifikantnímu snížení nežádoucího laterálního pohybu trupu při dynamických úkolech, jako je dřep na jedné noze. Tento předpoklad se ale v naší studii nepotvrdil, když při testování Y-Balance testu, který úzce souvisí s neuromuskulární kontrolou dolních končetin, nedošlo u výzkumné skupiny k nárůstu hodnot kompozitního skóre Y-Balance testu dolních končetin oproti skupině kontrolní. Recentní meta-analýza autorů Rodríguez et al. (2025) potvrzuje, že cílený trénink trupové stability prokazatelně zlepšuje efektivní přenos síly a zvyšuje rychlost hodu u házenkářů. Tyto závěry úzce doplňují také Akalp et al. (2025), kteří po aplikaci kombinovaného tréninku středu těla prokázali signifikantní zlepšení rychlosti hodu a výkonnosti při vertikálním výskoku přímo u populace mladých výkonnostních házenkářek. Ačkoliv jsme v naší studii nehodnotili přímo rychlost hodu, nýbrž silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramene (ER:IR), předpokládali jsme obdobný pozitivní efekt. Naše výsledky však ukázaly posun k vyváženějším silovým hodnotám u obou sledovaných skupin bez signifikantního rozdílu. Toto zjištění plně koresponduje s výzkumem autorů Liaghat et al. (2020), kteří sledovali vývoj těchto parametrů u mladých elitních házenkářů a házenkářek v průběhu sezóny. Zaznamenali přitom naprosto totožný trend, kdy se silové poměry v oblasti ramene přirozeně optimalizovaly čistě vlivem probíhající soutěžní sezóny a běžné herní zátěže.

Výzkumný soubor tvořily hráčky juniorské kategorie z jednoho klubu (DHK ZORA Olomouc). Výběr probandek z jednoho týmu sice na jedné straně mírně limituje možnost plošného zobecnění výsledků, na straně druhé však zaručuje vysokou míru homogenity z hlediska běžné tréninkové zátěže. Jak dokládají charakteristiky souboru, jedná se o vysoce aktivní sportovkyně s průměrně čtyřmi až pěti 90minutovými tréninky týdně a pravidelným zápasovým zatížením. Měření i samotná intervence navíc probíhaly v plném soutěžním období (od září do listopadu 2025). Cvičení s pomůckou Marrko Core probíhalo dvakrát týdně po dobu 30 minut pod odborným dohledem a jednou týdně samostatně. Vedené lekce probíhaly vždy v úterý před tréninkem a ve čtvrtek po tréninku. Při testování byl kladen důraz na objektivizaci a pečlivou standardizaci celého protokolu. Z toho důvodu probíhala obě měření za totožných podmínek a s pevně stanoveným pořadím testů na jednotlivých stanovištích. Tento postup, kdy jedno testování trvalo přibližně 35 minut, byl cíleně zvolen pro minimalizaci vlivu postupné

únavy na výkony probandek. Abychom zajistili skutečnou validitu dat a jistotu, že zkoumáme reálný vliv intervence, bylo předem stanoveno inkluzivní kritérium: minimálně 70% účast na řízených cvičeních tedy absolvování alespoň 8 ze 12 společných jednotek. V důsledku tohoto restriktivního kroku musely být z původních deseti hráček výzkumné skupiny dvě probandky z konečné analýzy vyřazeny.

Při sestavování testovací baterie pro tuto práci byl kladen důraz na komplexní vyšetření trupové stabilizace a jejího funkčního přesahu do specifických nároků házené. Snažili jsme se zvolit takové vyšetřovací metody, které jsou v klinické i sportovní fyzioterapii považovány za vysoce reliabilní, objektivní a zároveň časově i prostorově proveditelné v podmínkách reálného tréninkového procesu.

Základním diagnostickým nástrojem pro posouzení silové vytrvalosti posturálního svalstva byl v této práci stanoven Bourbanův test (Bourban trunk muscle strength test). Tato metoda byla zvolena především pro svou vysokou míru standardizace, časovou nenáročnost a schopnost objektivně diferencovat úroveň stability jednotlivých svalových řetězců trupu. V rámci naší testovací baterie jsme se zaměřili na hodnocení ventrálního řetězce, který je klíčový pro posturální kontrolu a efektivní transfer energie při specifických házenkářských dovednostech.

Vysoká validita tohoto testu, a tedy jeho prokazatelná schopnost přesně zacílit na specifické svalové skupiny, byla potvrzena výzkumem autorů Becker et al. (2019). Výborné parametry vykazuje test rovněž z hlediska reliability, kterou ve své studii ověřovali Tschopp et al. (2001). Z jejich zjištění přitom nejlépe vychází právě stabilita měření u ventrálního řetězce, jež dosahuje velmi vysoké míry spolehlivosti ($r = 0,87$). Právě tato prokazatelná vědecká přesnost a prokazatelně nejlepší výsledky spolehlivosti u ventrálního řetězce byly hlavním důvodem, proč jsme pro objektivizaci silové vytrvalosti v naší diplomové práci využili přímo tuto variantu testu.

Dalším stěžejním nástrojem naší testovací baterie byl Y-Balance test, a to jak v modifikaci pro dolní, tak pro horní končetiny. Tento test byl zvolen pro svou jedinečnou schopnost dynamicky a funkčně zhodnotit posturální kontrolu, neuromuskulární koordinaci a odhalit případné stranové asymetrie v krajních rozsazích pohybu, které představují jeden z nejvýznamnějších rizikových faktorů zranění u hráček házené. Vysoká vědecká hodnota a diagnostická přesnost Y-Balance testu je v odborné literatuře široce podložena. Z hlediska testování dolních končetin prokázali vynikající reliabilitu autoři Plisky et al. (2009), v jejichž studii dosahovala shoda měření (ICC) velmi vysokých hodnot v rozmezí 0,85 až 0,91. Obdobně přesné parametry vykazuje i varianta pro horní končetiny, jejíž spolehlivost detailně zkoumali Gorman et al. (2012). Výsledky jejich výzkumu potvrdily excelentní stabilitu měření (ICC 0,80–1,00), což z testu činí vysoce přesný nástroj pro hodnocení stability ramenního pletence a trupu v uzavřeném kinetickém řetězci.

K objektivnímu měření maximální izometrické svalové síly rotátorů ramenního kloubu byla využita ruční digitální dynamometrie pomocí přístroje Lafayette. Tento diagnostický nástroj jsme zvolili pro jeho vysokou přesnost a schopnost eliminovat subjektivní chybu hodnotitele, která se často vyskytuje u běžného manuálního svalového testu. Z naměřených dat jsme následně nevyhodnocovali pouze absolutní sílu, ale zaměřili jsme se na výpočet silových poměrů mezi vnitřními a zevními rotátory. V kontextu naší práce představuje toto vyhodnocení cenný indikátor celkové funkčnosti kinetického řetězce. U overhead sportů je totiž adekvátní svalová rovnováha ramenního pletence přímo závislá na kvalitní trupové stabilizaci, jež musí horní končetině poskytnout pevnou oporu pro efektivní transfer síly.

Poslední částí testovací baterie bylo goniometrické vyšetření mobility hrudní páteře do rotace a lateroflexe. Měření probíhalo v souladu se standardizovanou metodikou podle Jandy a Pavlů (1993). Volba tohoto vyšetření byla podložena skutečností, že adekvátní rozsah pohybu v hrudní páteři je pro házenkářky zcela zásadní z hlediska biomechaniky správného provedení hodového cyklu. Omezená mobilita v tomto segmentu navíc často vede k nefyziologickému kompenzačnímu přetěžování bederní páteře a ramenních kloubů, což má negativní dopad na celkovou trupovou stabilitu.

8.1 Diskuse k hypotéze H1

První stanovená hypotéza (H1) předpokládala, že šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně zlepší výsledky testování ventrálního řetězce dle Bourbanova testu u výzkumné skupiny v porovnání se skupinou kontrolní. Na základě statistického vyhodnocení naměřených dat musela být tato hypotéza zamítnuta. Jak ukazují popisné statistiky, průměrný čas výdrže u výzkumné skupiny mírně klesl z původních 86,50 s na 82,50 s. Naopak u kontrolní skupiny byl zaznamenán mírný nárůst průměrného času ze 109,57 s na 117,71 s. Statistická analýza však neprokázala u těchto změn signifikantní rozdíl mezi oběma sledovanými skupinami ($p = 0,385$). Tento specifický výsledek, kdy dodatečná intervence u výzkumné skupiny nevedla ke zlepšení, ale naopak k mírnému zhoršení výkonu ve srovnání s kontrolní skupinou, lze z fyziologického hlediska vysvětlit fenoménem kumulované únavy. Vzhledem k tomu, že intervence probíhala v plném soutěžním období, kdy hráčky absolvovaly čtyři až pět házenkářských tréninků týdně doplněných o víkendová utkání, mohlo zařazení dalších tréninkových jednotek s pomůckou Marrko Core vést k dočasné funkční únavě posturálního systému. Ventrální svalový řetězec, který je přirozeně stimulován samotnou herní činností, tak v případě výzkumné skupiny nemusel mít zcela optimální podmínky pro plnou regeneraci. Kontrolní skupina, u níž nedošlo k navýšení celkového objemu zátěže, měla naopak více

přirozeného prostoru pro zotavení, což se mohlo odrazit v lepším udržení stávající výkonnosti. Na složitost zařazování doplňkového tréninku v soutěžním období poukazuje například Halson (2014). Autorka ve své studii připomíná, že vysoká variabilita zátěže u týmových sportů přirozeně klade zvýšené nároky na regenerační procesy a může vést k mírné, leč postupné kumulaci únavy. Tento faktor pak může do určité míry ovlivnit schopnost hráček podat při testování svůj maximální potenciál, neboť výsledek v testech jdoucích až do vyčerpání často odráží spíše aktuální míru zotavení organismu nežli reálný stav kondice.

Kromě kumulované únavy mohl roli sehrát i samotný charakter Bourbanova testu. Jelikož je toto vyšetření prováděno až do maximálního volního vyčerpání, hraje v něm zásadní roli psychika, přičemž i samotní autoři metodiky upozorňují, že odlišná úroveň vnitřní motivace může výsledky významně ovlivnit. Nelze tedy vyloučit, že celková únava ze sezóny a možná neochota některých hráček překonat maximální fyzický diskomfort představovaly další faktor, který mohl zkreslit výsledné časy nezávisle na reálném vlivu proběhlé intervence.

8.2 Diskuse k hypotéze H2

Druhá stanovená hypotéza (H2) předpokládala, že šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core povede k signifikantnímu nárůstu hodnot v Y-Balance testu pro dolní končetiny u výzkumné skupiny v porovnání se skupinou kontrolní. Na základě statistického vyhodnocení naměřených dat musela být tato hypotéza zamítnuta. Jak dokládají popisné statistiky, k mírnému zlepšení průměrného kompozitního skóre sice u výzkumné skupiny došlo, nicméně obdobný, a v absolutních číslech dokonce mírně vyšší trend zlepšení, byl zaznamenán i u kontrolní skupiny. Následné statistické testování neprokázalo mezi vývojem obou skupin žádný signifikantní rozdíl ($p > 0,05$).

Absenci prokazatelného rozdílu lze interpretovat skrze biomechanickou povahu použitého testu ve vztahu ke zvolené formě cvičení. Y-Balance test je komplexní úkol vyžadující souhru posturální stability, mobility kloubů a excentrické síly stojné končetiny. Intervence s pomůckou Marrko Core je však koncipována tak, že probíhá převážně ve statickém postoji. Dolní končetiny v tomto případě plní zejména funkci opory, která absorbuje síly generované rotací trupu, ale samy o sobě nevykonávají dynamický pohyb v krajních rozsazích. Lze se tedy domnívat, že tato forma zátěže neměla dostatečně specifický vliv na rozvoj mobility či excentrické síly dolních končetin, což jsou důležité parametry pro Y-Balance test.

8.3 Diskuse k hypotéze H3

Třetí stanovená hypotéza (H3) pracovala s předpokladem, že šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core povede k signifikantnímu nárůstu hodnot v Y-Balance testu pro horní končetiny u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou. Na základě výsledků statistické analýzy lze tuto hypotézu přijmout pouze částečně. Data u pravé horní končetiny potvrdila statisticky významný efekt interakce ($p < 0,05$), navíc s vysokou hodnotou věcné významnosti (parciální $\eta^2 = 0,31$), což ukazuje na silný vliv intervence. U levé horní končetiny však hladiny statistické významnosti dosaženo nebylo, ačkoliv byl u výzkumné skupiny rovněž zaznamenán pozitivní trend a u kontrolní skupiny trend negativní.

Zjištěný protichůdný vývoj u obou skupin (pokles u kontrolní skupiny a nárůst u skupiny výzkumné) představuje velmi zajímavý poznatek, a to zejména v kontextu výsledků první hypotézy (H1). Jak bylo diskutováno dříve, u výzkumné skupiny pravděpodobně došlo vlivem navýšení tréninkového objemu k dočasné svalové únavě, která se negativně projevila ve vytrvalostním Bourbanově testu. Y-Balance test však primárně nehodnotí svalovou vytrvalost do selhání, nýbrž dynamickou stabilitu, propriocepci a neuromuskulární kontrolu, jak popisuje Plisky et al. (2006). Skutečnost, že se u kontrolní skupiny průměrné dosahy zhoršily, pravděpodobně odráží specifickou únavu ramenního pletence z probíhajících sezón, jež narušila jemnou koordinaci. U výzkumné skupiny však mohl nastat odlišný fyziologický proces. Lze se domnívat, že dynamický a proměnlivý odpor pomůcky Marrko Core poskytl centrální nervové soustavě intenzivní proprioceptivní stimul. Tato specifická zátěž pravděpodobně zlepšila schopnost koaktivace svalů ramenního pletence a stabilizátorů lopatky. Přestože mohly být hráčky z celkového objemu tréninků více unavené, což mohlo limitovat jejich izometrickou výdrž, nově nabytá schopnost lepší neuromuskulární kontroly a efektivnější stabilizace kloubu jim umožnila dosáhnout v koordinačně náročném Y-Balance testu lepších výsledků. Intervence tak v tomto specifickém parametru zafungovala jako aktivní kompenzace vůči sezónnímu stereotypu.

8.4 Diskuse k hypotéze H4

Čtvrtá stanovená hypotéza (H4) předpokládala, že šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core bude mít signifikantně pozitivní vliv na silový poměr zevních a vnitřních rotátorů ramenního kloubu (ER:IR) u výzkumné skupiny v porovnání se skupinou kontrolní. Na základě statistického zpracování naměřených dat však musíme tuto hypotézu zamítnout. Analýza

rozptylu pro opakovaná měření neprokázala statisticky významný efekt interakce času a skupiny, a to ani u pravé horní končetiny ($p = 0,742$), ani u končetiny levé ($p = 0,218$).

Při analýze popisných statistik lze u výzkumné skupiny pozorovat mírný nárůst průměrných hodnot poměru na dominantní pravé straně z počátečních 0,82 na výstupních 0,94. Obdobný trend nárůstu však vykazovala i skupina kontrolní (z 0,89 na 0,99). Skutečnost, že u obou skupin došlo k posunu poměru směrem k vyrovnanější bilanci mezi zevní a vnitřní rotací lze pravděpodobně připsat probíhajícímu tréninkovému procesu v rámci sezóny. Tento trend úzce koreluje se zjištěními studie Liaghat et al. (2020), v níž autoři měřili tento silový poměr před sezónou a v její průběhu, přičemž rovněž zaznamenali jeho zlepšení. Absence signifikantního rozdílu mezi skupinami naznačuje, že přidání specifické intervence s pomůckou Marrko Core v délce šesti týdnů pravděpodobně nepředstavovalo pro svalovou sílu rotátorů ramene dostatečně silný izolovaný podnět, který by převýšil běžnou sportovní zátěž.

Ačkoliv statistická analýza neprokázala mezi skupinami signifikantní rozdíl, při detailnějším pohledu na popisné statistiky je u výzkumné skupiny na dominantní paži patrný mírně výraznější trend absolutního zlepšení (nárůst poměru z 0,82 na 0,94). Lze se domnívat, že tento drobný dodatečný benefit by mohl souviset se samotnou podstatou cvičení s pomůckou Marrko Core a fungováním kinetických řetězců. Kvalitně stabilizovaný střed těla totiž funguje jako opěrná báze, která ramennímu pletenci poskytuje optimální biomechanické podmínky pro jeho funkci. Zlepšená trupová stabilita tak mohla u výzkumné skupiny vytvořit o něco výhodnější funkční prostředí pro přirozenou optimalizaci silových poměrů ramene během probíhající sezóny.

Tento úzký vztah mezi kvalitou středu těla a funkčností horní končetiny plně podporují i závěry recentní meta-analýzy autorů Rodríguez et al. (2025). Ti zkoumali korelaci mezi trupovou stabilitou a výkonem při hodu v házené za různých herních podmínek. Jejich výsledky jasně ukázaly, že hráči, kteří absolvovali trénink stability středu těla, dosahovali výrazně vyšší rychlosti hodu z místa, po rozběhu i po výskoku v porovnání s kontrolní skupinou. Autoři tento jev přisuzují faktu, že trénink stability core podporuje efektivnější přenos síly z trupu do horních končetin. Přestože v naší studii nedošlo k signifikantnímu nárůstu maximální síly rotátorů v porovnání s kontrolní skupinou, zjištění Rodríguez et al. (2025) potvrzují náš předpoklad, že intervence zacílená na trup může mít pozitivní přesah do funkční připravenosti celého ramenního komplexu.

8.5 Diskuse k hypotéze H5

Hypotéza H5 předpokládala, že šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core signifikantně sníží stranovou asymetrii při rotaci hrudní páteře u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou. Na základě statistického vyhodnocení analýzou rozptylu však musíme tuto hypotézu zamítnout. Hodnota interakce mezi faktorem času a skupiny ($p = 0,810$) naznačuje, že vliv specifické intervence na snížení asymetrie nebyl v porovnání s běžným zatížením kontrolní skupiny statisticky významný.

Při podrobnějším pohledu na naměřená data je však patrný velmi zajímavý trend u obou sledovaných souborů. U obou skupin došlo k mírnému snížení průměrné asymetrie (u výzkumné skupiny z $11,25^\circ$ na $9,38^\circ$, u kontrolní skupiny ze $14,29^\circ$ na $10,71^\circ$). Toto snížení stranových rozdílů však nebylo způsobeno nárůstem mobility na limitované straně, ale paradoxně signifikantním poklesem rozsahu rotace směrem vlevo u obou skupin (efekt času $p = 0,002$). Zatímco rotace vpravo zůstala relativně stabilní, rotace vlevo, která byla při vstupním měření u obou skupin výrazně vyšší (průměrně přes 50°), poklesla při výstupním měření k hranici 40° . Tento plošný pokles mobility do levostranné rotace lze s největší pravděpodobností interpretovat jako adaptivní reakci organismu na specifickou herní zátěž. Vzhledem k tomu, že většina hráčů v obou skupinách byly pravačky, představuje pro ně rotace trupu vlevo klíčovou fázi maximálního náprahu, při níž dochází k extrémnímu protažení a akumulaci elastické energie. Následná fáze prudkého odhodu a následné decelerace pohybu klade enormní excentrické nároky na břišní svalstvo a rotátory hrudní páteře.

Z kineziologického hlediska se jedná o formu funkční stabilizace, kdy organismus v průběhu sezóny začne upřednostňovat ochrannou tuhost segmentu před jeho maximálním rozsahem. Na tento fenomén u overhead sportovců poukazují například Aso & Kagaya (2023). Autoři ve své studii prokázali, že opakovaná zátěž házením vede k výraznému poklesu vytrvalosti svalů trupu, což má za následek signifikantní změny v celkové kinematice a omezení v rozsahu hrudní rotace. Unavený nervosvalový systém házenkářek se v průběhu soutěžní sezóny pravděpodobně snaží předejít zranění z přepětí tím, že segment přirozeně „uzamkne“ v menším, a tedy bezpečnějším rozsahu pohybu. Skutečnost, že k tomuto poklesu mobility došlo plošně u obou skupin nezávisle na aplikované intervenci s pomůckou Marrko Core, naznačuje, že dominantním faktorem ovlivňujícím mobilitu hrudní páteře byla v našem případě kumulovaná herní zátěž.

8.6 Diskuse k hypotéze H6

Šestá stanovená hypotéza (H6) předpokládala, že šestitýdenní intervence s pomůckou Marrko Core bude mít signifikantně pozitivní vliv na rozsah pohybu při lateroflexi hrudní páteře u výzkumné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou. Na základě výsledků statistické analýzy však musíme tuto hypotézu zamítnout. Analýza rozptylu pro opakovaná měření neprokázala statisticky významný efekt interakce mezi časem a příslušností ke skupině, a to ani u lateroflexe vpravo ($p = 0,126$), ani u lateroflexe vlevo ($p > 0,05$). Při detailnějším pohledu na popisné statistiky lze pozorovat, že k určitému nárůstu rozsahu pohybu došlo u obou sledovaných skupin. U výzkumné skupiny se průměrný rozsah úklonu vpravo zvýšil z počátečních $29,38^\circ$ na $33,13^\circ$ a vlevo z $27,50^\circ$ na $28,13^\circ$. Kontrolní skupina však zaznamenala obdobný, a u pravostranné lateroflexe dokonce mírně výraznější trend nárůstu (z $26,43^\circ$ na $35,00^\circ$ vpravo a z $27,14^\circ$ na $29,29^\circ$ vlevo). Skutečnost, že se obě skupiny zlepšily relativně podobně, naznačuje, že zjištěný nárůst mobility byl pravděpodobně výsledkem běžného tréninkového procesu v rámci probíhající sezóny, nikoliv specifickým efektem zkoumané pomůcky.

8.7 Limity práce

Předložená studie vykazuje několik limitací, které je nutné vzít v úvahu při interpretaci a zobecňování dosažených výsledků.

Za primární limit lze považovat relativně nízký počet probandek v souboru ($N = 15$). Tato skutečnost značně snižuje statistickou sílu použitých testů a zvyšuje riziko, že i reálně probíhající změny vlivem intervence nebudou zachyceny jako statisticky signifikantní. Malá velikost souboru rovněž omezuje možnost širšího zobecnění výsledků na celou populaci mladých házenkářek.

Dalším metodickým limitem, který je nutné reflektovat, je nekonzistence v načasování intervenčních jednotek vzhledem k běžné herní zátěži. Z časových a organizačních důvodů, probíhala jedna cvičební jednotka s pomůckou Marrko Core před běžným tréninkem, zatímco druhá až po jeho skončení. Tato asymetrie znamená, že k druhé jednotce hráčky nastupovaly již ve stavu určité nakumulované únavy. Cvičení vyžadující vysokou míru neuromuskulární kontroly a zapojení posturálního svalstva bezprostředně po předchozí sportovní zátěži mohlo negativně ovlivnit technickou preciznost provedení. Tento rozdílný fyziologický výchozí stav v obou dnech tak představuje potenciální faktor zkreslení, neboť znemožnil zajistit standardizované podmínky potřebné pro optimální fixaci nového motorického vzoru.

V rámci Bourbanova testu je nutné zohlednit faktor vnitřní motivace a volního úsilí. Jelikož se jedná o diagnostický nástroj prováděný do subjektivního vyčerpání, je výsledný čas silně

determinován ochotou probandek překonávat narůstající diskomfort. Vzhledem k probíhajícímu soutěžnímu období a s ním spojenou psychickou i fyzickou únavou nelze vyloučit, že v některých případech došlo k ukončení testu dříve, než bylo dosaženo skutečného fyziologického maxima svalové výdrže.

Určitou míru zkreslení mohla do výsledků vnést také použitá metodika goniometrického měření, která se nevyhnutelně opírá o základní klinické postupy, jako je aspekce a palpce. Tyto metody jsou přirozeně zatíženy určitou mírou subjektivního hodnocení vyšetřujícího. Přesná palpce anatomických orientačních bodů (trnových výběžků) přes svalovou tkáň trénovaných sportovkyň může být obtížná a i drobná odchylka v přiložení goniometru může vést k nepřesnostem v řádu jednotek stupňů. Zcela objektivní alternativou pro přesnou analýzu pohybu a jeho rozsahu by bylo využití moderních přístrojových technologií, jako jsou například optoelektrické 3D kinematické systémy. Je však nutné zdůraznit, že ačkoliv tyto systémy přinášejí absolutně přesná data, v běžné fyzioterapeutické praxi a v prostředí sportovních klubů jsou z finančních, prostorových i časových důvodů na denní bázi prakticky nevyužitelné. Zvolené použití klasické goniometrie v kombinaci s palpací tak plně reflektuje reálné podmínky a možnosti dostupné klinické praxe, pro niž jsou tyto diagnostické dovednosti klíčové a zcela nepostradatelné.

Doporučením pro další práce zabývající se vlivem cvičení s pomůckou Marrko Core je realizace výzkumu na rozsáhlejší vzorku probandů pro zvýšení celkové statistické síly výsledků. Dále bychom doporučili prodloužit délku intervenčního programu na 8 až 12 týdnů, případně aplikovat zátěž v přípravném období, čímž by se omezil rušivý vliv kumulované únavy z probíhající soutěžní sezóny. Z praktického hlediska se rovněž nabízí zkoumat efekt odlišného dávkování intervence, a to zejména formou krátkých, ale frekventovanějších stimulů zařazovaných v rámci rozcvičení či aktivní kompenzace.

9 ZÁVĚRY

Nejdůležitějším zjištěním této diplomové práce je prokazatelný pozitivní vliv cvičení s pomůckou Marrko Core na dynamickou stabilitu horních končetin. Nejvýraznější benefit byl zaznamenán u výzkumné skupiny v rámci Y-Balance testu pro pravou horní končetinu. Vzhledem k tomu, že házená je jednostranně zatěžující overhead sport, představuje toto zjištění klíčový výsledek. Zlepšení reaktivní kontroly a stability v oblasti ramenního pletence dominantní (házející) paže má přímý přesah do sportovní praxe, a to jak z hlediska prevence zranění, tak pro optimalizaci efektivního přenosu síly při hodů.

Přestože v oblasti dynamické stability přinesla intervence tento specifický benefit, u ostatních sledovaných parametrů se vliv pomůcky nad rámec kontrolní skupiny neprokázal. Zaznamenaná plošná zlepšení u obou skupin lze připsat primárně přirozené adaptaci hráček na specifickou herní zátěž v průběhu probíhající soutěžní sezóny.

Výsledky této práce otevírají prostor pro další výzkum, který je pro hlubší evidence-based zhodnocení této pomůcky nezbytný. Do budoucna jednoznačně doporučujeme realizovat studie na rozsáhlejším vzorku probandů a umístit intervenční program mimo hlavní soutěžní sezónu (ideálně do přípravného období), čímž se eliminuje rušivý vliv únavy ze zápasů. Otázka optimálního dávkování tedy frekvence, intenzity a celkového objemu cvičení s pomůckou Marrko Core zůstává klíčovým tématem pro efektivní integraci do sportovní přípravy. Naše zjištění naznačují, že delší cvičební jednotky s nižší týdenní frekvencí naráží v soutěžní sezóně na problém kumulované únavy. Do budoucna by tak bylo velmi přínosné realizovat studie, které by ověřily efektivitu kratšího dávkování, a to formou velmi krátkých, avšak vysoce frekventovaných stimulů, tedy 5 až 10 minut denně, aplikovaných například jako součást úvodní aktivace.

10 SOUHRN

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zhodnotit vliv intervence s využitím pomůcky Marrko Core na statickou a dynamickou trupovou stabilitu a vybrané parametry pohybového aparátu u mladých výkonnostních házenkářek. Práce vycházela z předpokladu, že specifický trénink středu těla zefektivní přenos kinetické energie mezi trupem a končetinami, což se projeví zlepšením ve vybraných testech. Výzkumný soubor tvořilo 15 hráček juniorské kategorie klubu DHK ZORA Olomouc (průměrný věk 15,1 let), které byly rozděleny na skupinu výzkumnou a kontrolní. Výzkum probíhal v plném soutěžním období. Výzkumná skupina absolvovala šestitýdenní intervenční program s pomůckou Marrko Core (3x týdně 30 minut, z toho 2x pod odborným dohledem), zatímco kontrolní skupina pokračovala pouze v běžném házenkářském tréninku. Pro objektivizaci změn byla využita testovací baterie zahrnující Bourbanův test, Y-Balance test pro horní i dolní končetiny, ruční dynamometrii pro posouzení silového poměru do zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu a goniometrii hrudní páteře. Výsledky statistické analýzy ukázaly, že nejdůležitějším přínosem intervence byl signifikantní nárůst dynamické stability u dominantní horní končetiny v rámci Y-Balance testu ($p = 0,03$). Tento výsledek naznačuje, že specifický proprioceptivní stimul pomůcky Marrko Core dokáže efektivně zlepšit neuromuskulární kontrolu ramenního pletence i v náročném období sezóny. U ostatních sledovaných parametrů však nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi skupinami. V testech silové vytrvalosti trupu (Bourbanův test) byl u výzkumné skupiny zaznamenán mírný pokles výkonnosti, což lze přisoudit fenoménu kumulované únavy z navýšeného tréninkového objemu v soutěžním období. U silových poměrů rotátorů ramene a mobility hrudní páteře došlo k obdobnému zlepšení u obou skupin, což naznačuje, že dominantním faktorem těchto změn byla přirozená adaptace na běžnou herní zátěž v průběhu sezóny, nikoliv samotná intervence. Získaná data poukazují na to, že cvičení s pomůckou Marrko Core je vhodným doplňkem pro rozvoj dynamické stability horních končetin u overhead sportovců. Výsledky této práce potvrzují, že doplňkový stabilizační trénink má své místo v kondiční přípravě házenkářek, ale jeho efektivita je silně determinována aktuální fází tréninkového procesu a schopností regenerace organismu.

11 SUMMARY

The main objective of this thesis was to evaluate the effect of an intervention using the Marrko Core device on static and dynamic trunk stability and selected musculoskeletal parameters in young female handball players. The study was based on the assumption that specific core training would improve the transfer of kinetic energy between the trunk and the limbs, which would be reflected in improved performance on selected tests. The study sample consisted of 15 junior-level players from the DHK ZORA Olomouc club (average age 15.1 years), who were divided into a study group and a control group. The study was conducted during the full competitive season. The study group completed a six-week intervention program using the Marrko Core device (30 minutes three times a week, including two sessions under professional supervision), while the control group continued only with their regular handball training. To objectively value changes, a battery of tests was used, including the Bourban test, the Y-Balance test for both upper and lower limbs, hand dynamometry to value the strength ratio of external and internal rotation in the shoulder joint, and thoracic spine goniometry. The results of the statistical analysis showed that the most significant benefit of the intervention was a significant increase in dynamic stability of the right upper limb in the Y-Balance test (p 0.03). This result suggests that the specific proprioceptive stimulus provided by the Marrko Core device can effectively improve neuromuscular control of the shoulder girdle even during the demanding period of the season. However, no statistically significant difference was demonstrated for the other monitored parameters. In the trunk strength endurance tests (Bourban test), a slight decline in performance was observed in the study group, which can be attributed to the phenomenon of cumulative fatigue resulting from increased training volume during the competitive season. Similar improvements were observed in both groups regarding shoulder rotator strength ratios and thoracic spine mobility, suggesting that the dominant factor behind these changes was natural adaptation to routine game-related stress during the season, rather than the intervention itself. The data obtained indicate that exercises using the Marrko Core device are a suitable supplement for developing dynamic stability of the upper limbs in overhead athletes. The results of this study confirm that supplementary stabilization training has a place in the physical conditioning of female handball players, but its effectiveness is strongly determined by the current phase of the training process and the body's ability to recover.

12 REFERENČNÍ SEZNAM

Akalp, U., Pinar, S., & Pinar, Y. (2025). The effect of combined core training intervention on ball throwing velocity and jump performance in competitive young female handball players. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 29(4), 330-338.

Akçınar, F., & Macit, S. (2020). Investigation of the Effects of Core Workouts on Selected Biomotor and Branch Specific Techniques in 9-10 Years Aged Male Handball Athletes. *African Educational Research Journal*, 8(1), 121-128.

Andrade, M. D. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A. B., Dubas, J. P., & da Silva, A. C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743-749.

Aso, T., & Kagaya, Y. (2023). Effects of Repetitive Pitching on Trunk Muscle Endurance and Thoracic and Shoulder Kinematics. *International journal of sports physical therapy*, 18(2), 388–396. <https://doi.org/10.26603/001c.73038>

Becker, S., Berger, J., Backfisch, M., Ludwig, O., & Fröhlich, M. (2019). Evaluation of the Bourban trunk muscle strength test based on electromyographic parameters. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(2), 35.

Becker, S., Berger, J., Backfisch, M., Ludwig, O., & Fröhlich, M. (2019). Evaluation of the Bourban Trunk Muscle Strength Test Based on Electromyographic Parameters. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 4(2), 35. <https://doi.org/10.3390/jfmk4020035>

Bucher, L., Pfister, P. B., & Cools, A. (2021). 087 Evaluation of sport specific adaptations at the shoulder joint and core endurance among elite female volleyball players with and without overuse related shoulder problems.

Deen, N., Akhter, S., Khan, S., & Akhter, S. (2026). Correlational and Regression-Based Insights into Shoulder and Core Stability Tests in Amateur Athletes: Reference Values and Sex-Based Comparison. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 42(3), 737-742.

Dudová, D. (2018). *Analýza posturálních reakcí při cvičení se zátěží horních končetin odstředivou silou* [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. Digitální repozitář Univerzity Karlovy. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/104869>

Enoki, S., Hakozaiki, T., & Shimizu, T. (2024). Evaluation scale and definitions of core and core stability in sports: A systematic review. *Isokinetics and Exercise Science*, 32(3), 291-300.

Gasibat, Q., & Kamalden, T. F. T. (2021). Kinetic chain disruption contributes to shoulder and elbow injuries. *Sports Medicine and Health Science*, 3(4), 252.

Giovannetti de Sanctis, E., Riccardi, E., Silvestri, E., Gallo, C., Benestante, P., Di Giacomo, G., Tudisco, C., & Franceschi, F. (2024). The influence of a core focused home-based program on shoulder strength: Evaluation on beach volleyball athletes. *JOINTS*.

Gorman, P. P., Butler, R. J., Plisky, P. J., & Kiesel, K. B. (2012). Upper Quarter Y Balance Test: Reliability and performance comparison between genders in active adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 3043–3048. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb>

Guney, H., Harput, G., Colakoglu, F., & Baltaci, G. (2016). The Effect of Glenohumeral Internal-Rotation Deficit on Functional Rotator-Strength Ratio in Adolescent Overhead Athletes. *Journal of sport rehabilitation*, 25(1), 52–57. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0260>

Haladová, E., & Nechvátalová, L. (2010). *Vyšetřovací metody hybného systému* (3. vyd.). NCO NZO.

Halson, L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl 2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental brain research*, 114(2), 362-370.

Janda, V., & Pavlů, D. (1993). *Goniometrie*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.

Lafayette Instrument. (b.r.). *Hand-held dynamometer*. <https://lafayetteevaluation.com/products/01165a-hand-held-dynamometer/>

Liaghat, B., Bencke, J., Zebis, M. K., Sørensen, H., Myklebust, G., Wedderkopp, N., ... & Møller, M. (2020). Shoulder rotation strength changes from preseason to midseason: A cohort study of 292 youth elite handball players without shoulder problems. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 50(7), 381-387.

MARRKO. (b. r.). *Systém pro fitness a rehabilitační cvičení MARRKO CORE: Návod k použití* [Manuál].

Møller, M., Johansen, S. I., Myklebust, G., Nielsen, R. O., Möller, S., Mikkelsen, U., ... & Lind, M. (2025). Health problems and injury management in adolescent handball: the Safeplay one-season cohort study of 679 players. *British Journal of Sports Medicine*, 59(1), 65-74.

Picot, B., Dury, J., Néron, G., McKeon, P. O., & Forestier, N. (2022). Establishing Normative Dynamic Postural Control Values in Elite Female Handball Players. *International journal of sports physical therapy*, 17(6), 1083–1094. <https://doi.org/10.26603/001c.38174>

Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of strength and conditioning research*, 25(3), 712–718. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc227e>

Sasaki, S., Tsuda, E., Yamamoto, Y., Maeda, S., Kimura, Y., Fujita, Y., & Ishibashi, Y. (2019). Core-muscle training and neuromuscular control of the lower limb and trunk. *Journal of athletic training*, 54(9), 959-969.

Seroyer, S. T., Nho, S. J., Bach, B. R., Bush-Joseph, C. A., Nicholson, G. P., & Romeo, A. A. (2010). The kinetic chain in overhand pitching: its potential role for performance enhancement and injury prevention. *Sports health*, 2(2), 135-146.

Serrien, B., Clijsen, R., Blondeel, J., Goossens, M., & Baeyens, J. P. (2015). Differences in ball speed and three-dimensional kinematics between male and female handball players during a standing throw with run-up. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 7, 27. <https://doi.org/10.1186/s13102-015-0021-x>

Schmidt, M., Nolte, K., Terschluse, B., Willwacher, S., & Jaitner, T. (2023). Positive influence of neuromuscular training on knee injury risk factors during cutting and landing tasks in elite youth female handball players. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 53(1), 19–29. <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00851-w>

Sinka, G. C., Mayer, Á., Tállay, A., Tátrai, M., Tábori, L., Papp, E., & Pavlik, A. (2024). Effects of a Specific Trunk and Shoulder Strength Training Program on Throwing Velocity and Accuracy: A Study Among Hungarian First-League Female Handball Players. *Sports*, 12(11), 296.

Skejø, S. D., Møller, M., Bencke, J., & Sørensen, H. (2019). Shoulder kinematics and kinetics of team handball throwing: A scoping review. *Human movement science*, 64, 203–212. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.02.006>

Soligard, T., Palmer, D., Steffen, K., Lopes, A. D., Grek, N., Onishi, K., ... & Engebretsen, L. (2023). New sports, COVID-19 and the heat: sports injuries and illnesses in the Tokyo 2020 Summer Olympics. *British journal of sports medicine*, 57(1), 46-54.

Torabi, T. P., Juul-Kristensen, B., Dam, M., Zebis, M. K., van den Tillaar, R., & Bencke, J. (2022). Comparison of shoulder kinematics and muscle activation of female elite handball players with and without pain—An explorative cross-sectional study. *Frontiers in sports and active living*, 4, 868263.

Tschopp, M., Bourban, P., Hübner, K., & Marti, B. (2001). Reliability of a standardized, dynamic trunk muscle strength test: Experiences with healthy male elite athletes. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 49(2), 67–72. <https://www.researchgate.net/publication/283597714> [Reliability of a standardized dynamic trunk muscle strength test Experiences with healthy male elite athletes](https://www.researchgate.net/publication/283597714)

Web Českého svazu házené (2022), *Hrací plocha házené* [Obrázek]. Český svaz házené.
<https://www.handball.cz/aktualita/pravidla-hazene-2022>

Web Marrko Core (2026), *Pomůcka Marrko Core* [Obrázek]. Marrko Core.
<https://www.marrko.cz/>

13 PŘÍLOHY

13.1 Vyjádření etické komise



Fakulta
tělesné kultury

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph.D.
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.
Mgr. Bc. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 20.5.2025 byl projekt diplomové práce

Autoři (hlavní řešitelé): **Bc. Bára Meierová, Bc. Kateřina Španělová**

s názvem **Vliv cvičení s pomůckou Marrko Core na sílu kontrakce m. transversus abdominis a trupovou stabilitu u hráček házené v juniorské kategorii**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **93 / 2025**
dne: **29. 5. 2025**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelky projektu splnily podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009
www.ftk.upol.cz

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

13.2 Vzor informovaného souhlasu

Informovaný souhlas

Název studie (projektu): Vliv cvičení s pomůckou Marrko Core na trupovou stabilitu u hráček házené v juniorské kategorii

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s účastí mého dítěte ve studii.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě a mého dítěte očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že účast mého dítěte ve studii může být kdykoliv přerušena případně může odstoupit. Účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou osobní data mého dítěte uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být osobní údaje dítěte poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že jméno mého dítěte se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.
6. Souhlasím s pořizováním fotografií během vyšetření či intervence. Fotografie budou anonymní a využity pouze pro potřeby studie.

Podpis zákonného zástupce účastníka:

Datum:

Podpis fyzioterapeuta pověřeného touto studií:

Datum:

13.3 Anamnestický dotazník

Anamnestický dotazník – diplomová práce

Datum vyplnění dotazníku: _____

Jméno a příjmení: _____

Datum narození: _____ Věk: _____ let

Výška: _____ cm Hmotnost: _____ kg

Dominantní horní končetina (zaškrtněte): ☐ Pravá ☐ Levá

Sportovní anamnéza

Jak dlouho hrajete házenou:

☐ Méně než 1 rok ☐ 1 rok ☐ 2 roky ☐ 3 roky ☐ 4 roky ☐ 5 let ☐ déle než 5 let

Pozice v týmu: ☐ Brankář ☐ Spojka ☐ Křídlo ☐ Pivot ☐ Univerzál ☐ Jiné:

Počet tréninků týdně: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ Více

Průměrná délka jednoho tréninku: _____ min

Počet zápasů za měsíc (průměr): _____

Kompenzační cvičení

Účast na kompenzačním cvičení (např. jóga, pilates, plavání, posilovna, strečink, balanční cvičení, cvičení s fyzioterapeutem):

☐ Nikdy ☐ Občas ☐ Pravidelně individuálně ☐ Pravidelně v rámci týmu

Pokud ano, prosím upřesněte (kolikrát týdně, délka jednoho cvičení, typ aktivity, případně jaké cviky):

Zdravotní anamnéza

Měla jste v posledních 2 letech nějaké zranění či operaci? ☐ Ano ☐ Ne

Pokud ano:

Jednalo se o zranění v důsledku házené? ☐ Ano ☐ Ne

Specifikujte (o jaké zranění se jednalo, před jakou dobou, jak se to řešilo – operace, ortéza, sádra, klidový režim, RHB, ...):

Bolesti zad

Objevily se u vás v posledních 2 letech bolesti zad? ☐ Ano ☐ Ne

Máte bolesti zad i v současnosti? ☐ Ano ☐ Ne

Souhlas účastníka

Prohlašuji, že uvedené údaje jsou pravdivé. Souhlasím s jejich anonymním využitím výhradně pro účely diplomové práce.

Datum: _____

Podpis: _____