

Souvislost morfologie svalů břišní stěny s bolestmi zad u elitních hráček florbalu – sonografické hodnocení

The relationship between morphology of abdominal wall muscles and back pain in elite female floorball players – sonographic evaluation

A. Kramperová, S. Machač

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol, Praha

Souhrn: Článek se zabývá hodnocením morfologie svalů břišní stěny s důrazem na posouzení stranové symetrie u elitních hráček florbalu v souvislosti s bolestí dolní části zad. Výzkumu se zúčastnilo 20 hráček extraligy žen ve florbalu, které vyplnily elektronický dotazník standardizované hodnotící bolesti dolní části zad. U hráček byly sonograficky měřeny lineární rozměry břišních svalů v klidové poloze oboustranně. Byla zjištěna signifikantní stranová asymetrie lineárních rozměrů břišních svalů ($p = 0,02$; Cohenovo $d = 0,52$). Souvislost této asymetrie s biomechanikou pohybu ve florbalu, korelující se stranou držení hole hráček, však nelze na základě shromážděných dat prokázat ($p = 0,34-0,95$; Cohenovo $d = -0,15$ až $0,38$). Ve výsledcích dále pozorujeme určité trendy. Ve srovnání s dříve publikovaným ženským průměrem vidíme u účastnic hypertrofii m. rectus abdominis. Hráčky, které uvedly obtíže s bolestí dolní části zad, mají průměrně nižší hodnoty lineárních rozměrů všech měřených břišních svalů. Stranová asymetrie svalů břišní stěny se po korelaci s výsledky dotazníků překvapivě zdá být možným protektivním faktorem výskytu bolesti zad u těchto elitních hráček (Pearsonův korelační koeficient $r = -0,39$; $p = 0,09$). Pro potvrzení vztahu stranové asymetrie, biomechaniky florbalu a bolesti dolní části zad je vhodné rozšířit výzkum v této oblasti při zapojení většího množství probandů. Zároveň je třeba zdůraznit, že zjištění možného protektivního vlivu asymetrie u elitních hráček není přenositelné na obecnou populaci a že nebyl hodnocen dlouhodobý vliv této asymetrie na výskyt bolesti v pozdějším věku.

Klíčová slova: ženský florbal – muskuloskeletální ultrazvuk – sonografie – břišní svaly – bolest dolní části zad

Summary: The article contains an evaluation of the morphology of the abdominal wall muscles focusing on the assessment of lateral symmetry in elite floorball players and its relationship with the occurrence of low back pain. A total of 20 female players of women's floorball extraleague, who filled out an electronic questionnaire assessing low back pain, participated in the evaluation. The linear parameters of the abdominal wall muscles were measured in the players on both sides at rest using sonography. A significant lateral asymmetry of the linear parameters of abdominal wall muscles was demonstrated in the work ($P = 0.02$; Cohen's $d = 0.52$). However, the relationship between this asymmetry and the biomechanics of movement in floorball, correlated with the side of the player's stick, cannot be proven based on the collected data ($P = 0.34-0.95$; Cohen's $d = -0.15$ to 0.38). We also observe certain trends in the results. Compared to the previously published female average, we notice hypertrophy of the rectus abdominis in participants. On average, female players who reported low back pain have lower values of the linear parameters of abdominal wall muscles. After correlation with the results of the questionnaires, lateral asymmetry of the abdominal wall muscles surprisingly appears to be a possible protective factor in the occurrence of back pain in these elite players (Pearson's correlation coefficient $r = -0.39$; $P = 0.09$). To confirm the relationship between lateral asymmetry, floorball biomechanics and low back pain, it is advisable to expand research in this area by involving a larger number of probands. At the same time, it should be emphasized that the finding of a possible protective effect of asymmetry in elite female players is not transferable to the general population and that the long-term effect of this asymmetry on the occurrence of pain in later life has not been evaluated.

Key words: female floorball – musculoskeletal ultrasound – sonography – abdominal muscles – low back pain

Úvod

Trendy vycházející z řady odborných studií ukazují, že u hráčů jednostranných sportů můžeme očekávat určité asymetrie a dysbalance trupových svalů [1–6]. Souvislost zjištěné asymetrie s bolestí dolní části zad byla však dosud zkoumána pouze u hráčů kriketu [4].

Biomechanika pohybu ve florbalu zahrnuje lateroflexi trupu na forhendovou stranu držení hole a při správné technice střelby a přihrávky také opakované rotace trupu na bekhendovou stranu. V důsledku této biomechaniky pohybu představující výrazně asymetrickou fyzickou zátěž, mají hráči florbalu zvýšenou tendenci ke stranové asymetrii trojky svalů. Současně byl u nich zjištěn vyšší výskyt bolestí zad [7,8]. Pochopení souvislostí mezi asymetrií a bolestí zad u hráčů florbalu může mít zásadní důsledky pro rozvoj cílených rehabilitačních programů.

Muskuloskeletální ultrazvuk (UZ) byl shledán spolehlivým nástrojem hodnocení morfoloických parametrů trupového svalstva [9]. Cílem práce je zhodnotit morfoloologii svalů břišní stěny elitních

hráčů florbalu, objektivizovat lineární rozměry, tj. tloušťku jednotlivých svalů břišní stěny se zaměřením na stranovou symetrii a její souvislost s výskytem bolesti dolní části zad.

Metodika

Pro účely měření bylo využito přenosného přístroje eZono[®] 5000 (eZono, Německo), lineární sondy s šířkou pásma 6,5–18 MHz, šířkou sondy 3,8 cm a typu zobrazení B-mode. Lineární rozměry břišních svalů bez jejich fasciálních obalů byly u probandek sonograficky měřeny vleže na zádech s lehce podloženou hlavou, horními končetinami volně podél těla a dolními končetinami lehce podloženými pod kolena. Snímky byly pořizovány v klidovém výdechu, oboustranně, na předem vyznačených místech, aby nedošlo ke změně polohy sondy. Pro m. rectus abdominis byla zvolena pozice sondy příčně 2–3 cm nad pupkem ve vzdálenosti 2–3 cm od střední čáry (obr. 1a) a základní vyšetřovací frekvence 12 MHz. Rozmezí 2–3 cm v obou směrech bylo zvoleno proto, aby bylo možno sondu posunout na úroveň s největším

rozměrem daného svalového bříska. Pro šikmé břišní svaly byla využita základní vyšetřovací frekvence 10 MHz a pozice sondy ve střední axilární čáře, v polovině vzdálenosti mezi 12. žebrem a crista iliaca, kde jsou šikmé břišní svaly uloženy paralelně nad sebou. Snímek byl dále nastaven dle začátku svalového bříska m. transversus abdominis (obr. 1b). Měřené lineární rozměry jsou znázorněny na UZ snímcích na obr. 2a,b. Naměřené hodnoty s přesností na milimetry byly zaznamenány přímo v přístroji.

Hráčky v rámci výzkumu vyplnily online dotazník objektivizující bolest dolní části zad. Ten se skládal ze standardizovaného skandinávského dotazníku muskuloskeletálních symptomů [8,10,11] a numerické škály bolesti o 11 stupních, ve které hráčky hodnotily intenzitu bolesti v uplynulém období 7 dní, 1 měsíc a 12 měsíců.

Pro statistické zpracování výsledků bylo využito hodnoty mediánu ze tří měření. Pokročilejší statistické metody byly provedeny v programu Jamovi verze 1.6. Pro ověření stranové asymetrie bylo využito jednovýběrového



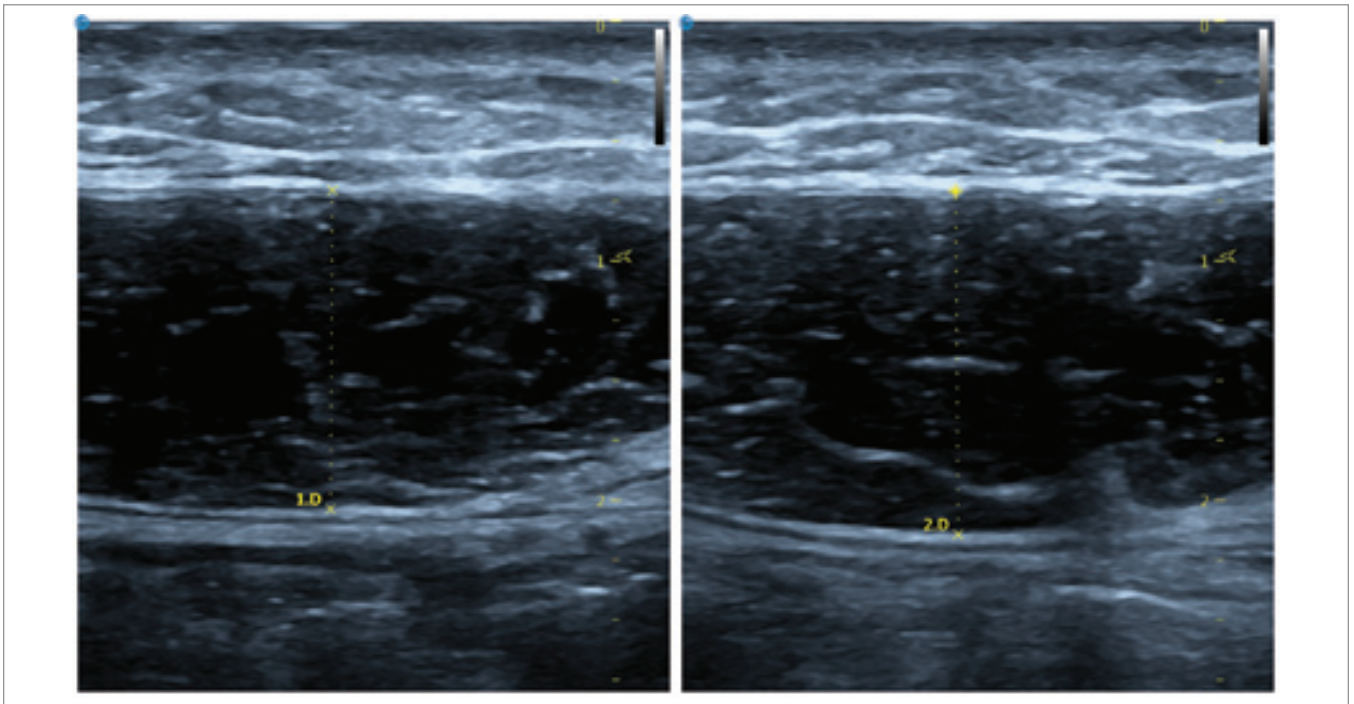
Obr. 1a. Pozice sondy pro měření lineárního rozměru přímého břišního svalu.

Fig. 1a. Probe position for measuring the linear parameter of the rectus abdominis muscle.



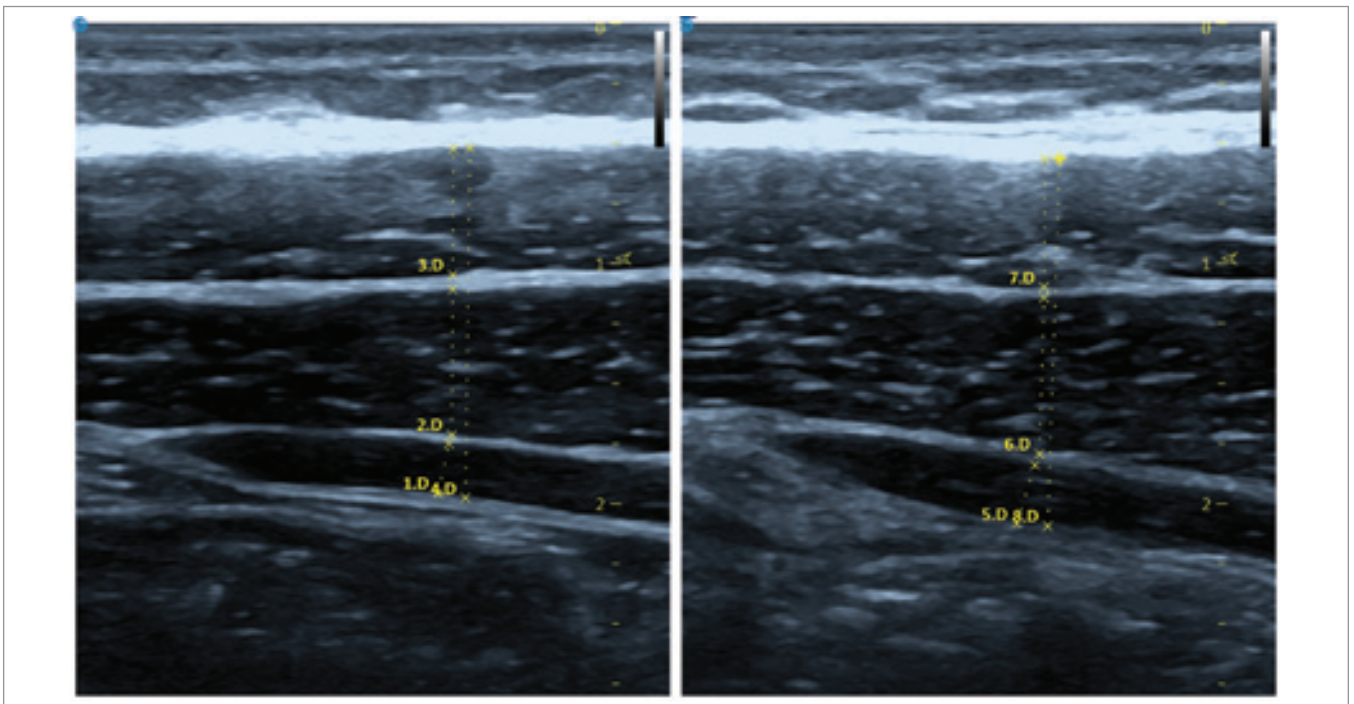
Obr. 1b. Pozice sondy pro měření lineárních rozměrů šikmých břišních svalů.

Fig. 1b. Probe position for measuring the linear parameters of oblique abdominal muscles.



Obr. 2a. Ultrazukové snímky s vyznačenými lineárními rozměry pro levý (1.D) a pravý (2.D) přímý břišní sval.

Fig. 2a. Ultrasound images with marked linear parameters for left-sided (1.D) and right-sided (2.D) rectus abdominis muscle.



Obr. 2b. Ultrazukové snímky s vyznačenými lineárními rozměry pro levostranné (vlevo) a pravostranné šikmé břišní svaly; 1.D, 5.D – lineární rozměr m. transversus abdominis; 2.D, 6.D – lineární rozměr m. obliquus internus abdominis; 3.D, 7.D – lineární rozměr m. obliquus externus abdominis; 4.D, 8.D – lineární rozměr šikmých břišních svalů měřených jako celku.

Fig. 2b. Ultrasound images with marked linear parameters for left-sided (left image side) and right-sided oblique abdominal muscles; 1.D, 5.D – linear parameter of the transversus abdominis muscle; 2.D, 6.D – linear parameter of the obliquus internus abdominis muscle; 3.D, 7.D – linear parameter of the obliquus externus abdominis muscle; 4.D, 8.D – linear parameter of oblique abdominal muscles measured as a whole.

Tab. 1. Charakteristika měřeného souboru probandů.

Tab. 1. Characteristics of the measured group of probands.

Celkový počet hráček n = 20	Věk (roky)	Váha (kg)	Výška (cm)	BMI (kg/m ²)	Délka hraní (roky)
průměr	19,4	62,4	169	21,9	10,1
medián	18	62,5	169	21,5	10
SD	2,9	7,3	8,3	2,2	2,6
minimum	16	43	152	18,6	5
maximum	25	77	185	26,3	15

n – počet, BMI – body mass index, SD – směrodatná odchylka

Tab. 2. Popisná statistika lineárních rozměrů břišních svalů (cm).

Tab. 2. Descriptive statistics of the linear parameters of abdominal wall muscles (cm).

	m. RA	m. TrA	m. OI	m. OE	ŠBS celek
průměr	1,12	0,35	0,83	0,54	1,86
medián	1,10	0,34	0,84	0,56	1,92
SD	0,16	0,10	0,21	0,11	0,37
minimum	0,85	0,17	0,45	0,31	1,04
maximum	1,48	0,57	1,48	0,77	2,67

m. RA – musculus rectus abdominis, m. TrA – musculus transversus abdominis, m. OI – musculus obliquus internus abdominis, m. OE – musculus obliquus externus abdominis, ŠBS – šikmé břišní svaly, SD – směrodatná odchylka

Tab. 3. Popisná statistika hodnot asymetrie břišních svalů (cm).

Tab. 3. Descriptive statistics of abdominal muscle asymmetry values (cm).

	m. RA	m. TrA	m. OI	m. OE	ŠBS celek
průměr	0,08	0,04	0,09	0,1	0,2
medián	0,08	0,03	0,07	0,1	0,19
SD	0,05	0,04	0,07	0,08	0,15
minimum	0,01	0	0	0	0,02
maximum	0,2	0,14	0,24	0,32	0,44

m. RA – musculus rectus abdominis, m. TrA – musculus transversus abdominis, m. OI – musculus obliquus internus abdominis, m. OE – musculus obliquus externus abdominis, ŠBS – šikmé břišní svaly, SD – směrodatná odchylka

a párového t-testu. Souvislost asymetrie lineárních rozměrů a bolesti zad byla ověřena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu.

Charakteristika sledovaného souboru probandek vybraného na základě inkluzivních kritérií je uvedena v tab. 1. Do

měření byly zařazeny hráčky florbalu na vrcholové úrovni (absolvující tréninkovou jednotku min. 3× týdně), které nemají v anamnéze břišní operace, břišní kýlu, netrpí revmatologickým, systémovým, neurologickým, kardiovaskulárním či respiračním onemocněním a nebyly

v minulosti těhotné. Dále neabsolvovaly ortopedický či chirurgický zákrok v bederní páteři, pánvi nebo na dolních končetinách během předchozích 6 měsíců a netrpí kožním onemocněním či alergií na UZ gel. Tyto hráčky se na měření dostavily min. 1,5 hod po jídle v dobrém zdravotním stavu, bez aktuálně probíhajícího onemocnění.

Výsledky

Při vyhodnocování výsledků byl kladen důraz především na zhodnocení stranové symetrie lineárních rozměrů břišních svalů u skupiny sledovaných hráček a její korelaci s výskytem bolesti dolní části zad.

Z měření vychází vzorec lineárních rozměrů měřených svalů – m. rectus abdominis > m. obliquus internus abdominis > m. obliquus externus abdominis > m. transversus abdominis. Nejvyšší průměrná hodnota 1,12 cm (± 0,16) byla naměřena u m. rectus abdominis, nejnižší průměrná hodnota 0,35 cm (± 0,10) u m. transversus abdominis (tab. 2).

V tab. 3 je uvedeno statistické zpracování hodnot asymetrie, tedy absolutních hodnot rozdílů mezi lineárními rozměry všech sledovaných svalů na levé a na pravé straně u jednotlivých hráček. Nejvyšší relativní a absolutní průměrná hodnota asymetrie 0,10 cm (± 0,08) byla zaznamenána u m. obliquus externus abdominis, tato hodnota tvoří 18,5 % průměrné tloušťky m. obliquus externus abdominis u měřených hráček. Nejnižší relativní hodnota asymetrie byla naměřena u m. rectus abdominis, kde 0,08 cm (± 0,05) tvoří 7,1 % z průměrné tloušťky svalu.

Předpokládáme, že se u hráčky jedná o signifikantní stranovou asymetrii, pokud je její celková hodnota asymetrie > 10 % naměřeného průměrného lineárního rozměru všech břišních svalů dohromady. Na základě statistických hodnot p (p = 0,02) a hodnoty Cohenova d (d = 0,52) můžeme říci, že v práci byla prokázána signifikantní stranová asymetrie lineárních rozměrů břišních svalů se střední věcnou významností výsledku.

Očekávanou souvislost této stranové asymetrie s biomechanikou pohybu ve florbalu korelující se stranou držení hole hráček se však na základě shromážděných dat nepodařilo prokázat. Pokud se podíváme na srovnání průměrných lineárních rozměrů břišních svalů na forhendové a bekhendové straně (tab. 4), nevidíme u většiny svalů významné rozdíly, které by mimo jiné naznačovaly stranově opačnou asymetrii u hráček s opačným držením hole. Z naměřených hodnot statisticky vychází pouze trend ($p = 0,05$) vyšší hodnoty tloušťky na forhendové straně u m. obliquus externus abdominis u jednotlivých hráček.

Ze srovnání výsledků UZ měření a standardizovaných dotazníků vyplývají pouze určité trendy, které při daném počtu hráček ve studii zůstávají statisticky nevýznamné. Hráčky, které v dotazníku uvedly obtíže s bolestí dolní části zad, mají průměrně nižší hodnoty lineárních rozměrů břišních svalů (graf 1), ale zároveň také nižší hodnoty asymetrie (graf 2). Hráčky, které v dotazníku obtíže nevedly, mají tedy dle očekávání prů-

Tab. 4. Popisná statistika lineárních rozměrů břišních svalů (cm) na forhendové (F) a bekhendové (B) straně.

Tab. 4. Descriptive statistics of the linear parameters of abdominal wall muscles (cm) on forehand (F) and backhand (B) sides.

	Strana	m. RA	m. TrA	m. OI	m. OE	ŠBS celek
průměr	F	1,11	0,34	0,83	0,56	1,87
	B	1,13	0,35	0,83	0,52	1,85
SD	F	0,15	0,11	0,22	0,09	0,36
	B	0,16	0,09	0,20	0,13	0,39

m. RA – musculus rectus abdominis, m. TrA – musculus transversus abdominis, m. OI – musculus obliquus internus abdominis, m. OE – musculus obliquus externus abdominis, ŠBS – šikmé břišní svaly, SD – směrodatná odchylka

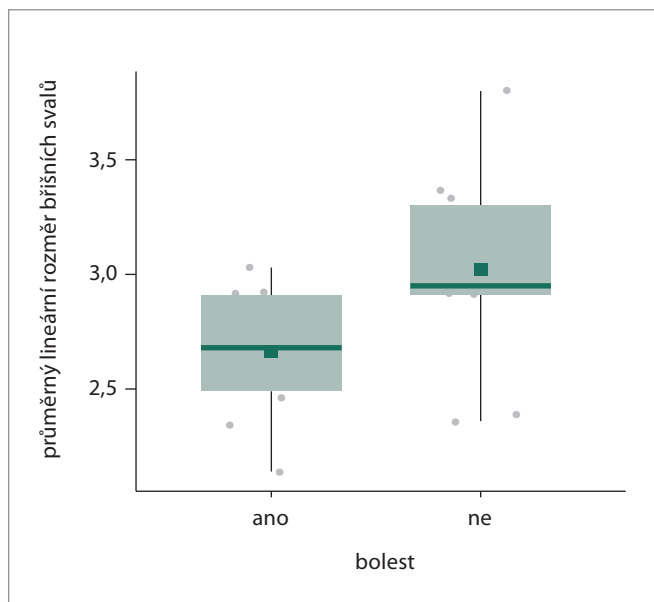
měrně vyšší hodnoty lineárních rozměrů břišních svalů. Překvapivým závěrem je tedy trend, že stranová asymetrie svalů břišní stěny je potenciálně protektivním faktorem výskytu bolestí zad u těchto elitních hráček.

Tento korelační trend je konkrétně patrný u srovnání s intenzitou bolesti dolní části zad za uplynulých 12 měsíců, kdy hodnota $p = 0,09$ a hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r = -0,39$. Na hla-

dině významnosti 0,1 tak můžeme říci, že mezi velikostí asymetrie lineárních rozměrů břišních svalů a intenzitou bolesti zad za uplynulých 12 měsíců je u aktivních hráček florbalu slabá nepřímá úměrnost.

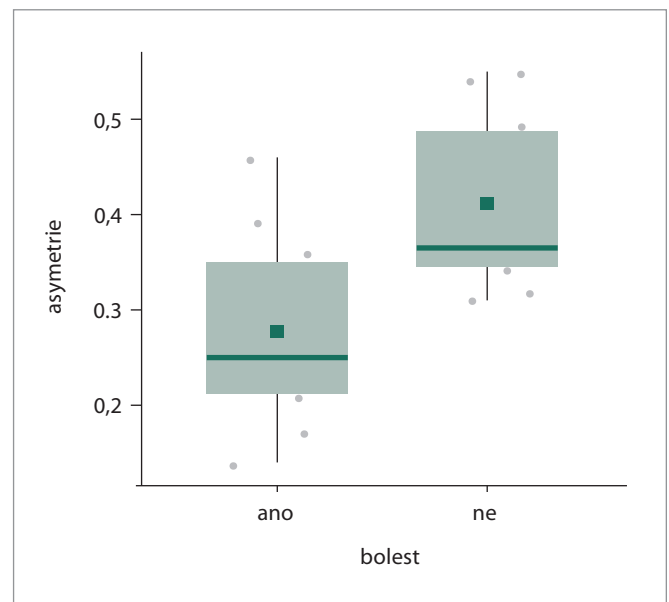
Diskuze

V porovnání s průměrnými sonograficky měřenými lineárními rozměry břišních svalů u zdravých probandek uvedených



Graf 1. Graf průměrných lineárních rozměrů všech břišních svalů (cm), podle přítomnosti bolesti – ano (n = 10), ne (n = 10).

Graph 1. Graph of the average linear parameters of all abdominal wall muscles (cm), according to the presence of pain – yes (N = 10), no (N = 10).



Graf 2. Graf celkové hodnoty asymetrie (cm), podle přítomnosti bolesti – ano (n = 10), ne (n = 10).

Graph 2. Graph of the total asymmetry value (cm), according to the presence of pain – yes (N = 10), no (N = 10).

v dříve publikovaných pracích [12,13] byla u měřených hráček florbalu zjištěna konstantně hypertrofie m. rectus abdominis. Tento výsledek se shoduje s dalšími autory, kteří zachycují morfologii trupového svalstva u sportovců pomocí UZ a srovnávají ji s běžnou populací [2,14–17].

V práci byla dále zjištěna signifikantní stranová asymetrie lineárních rozměrů břišních svalů probandek, která však navzdory předpokladu neodpovídá biomechanice pohybu ve florbalu, nekoreluje tedy se stranou držení hole hráček. Stranová asymetrie trupových svalů byla sonograficky zaznamenána v dříve publikovaných studiích u tenistů [1,3], hráčů kriketu [4,5] a baseballu [6]. Autoři těchto studií uvádějí souvislost popsané asymetrie a biomechaniky pohybu v daném sportu. Tuto specifickou asymetrii spojují zejména s aktivitami zahrnujícími četné rotační pohyby trupu.

Vzhledem k lateroflexi trupu na forhendovou stranu v základním florbalovém postoji s čepelí na zemi byl předpoklad vyšší hodnoty lineárního rozměru m. rectus abdominis na forhendové straně. U šikmých břišních svalů jsme očekávali vyšší hodnoty lineárních rozměrů na bekhendové straně, na niž hráčka opakovaně rotuje v rámci technicky správného provedení střelby a přihrávky. Naměřené hodnoty však stanoveným hypotézám stranově neodpovídají.

Možným vysvětlením rozdílného výsledku této práce může být rozlišení kontaktních a bezkontaktních sportů. Asymetrie může být více patrná u bezkontaktních sportů [18]. V kontaktních týmových sportech, mezi něž bychom zařadili florbal, totiž nedochází k opakování určitého pohybu v tréninku či utkání tak pravidelně. Rozdíly v lineárních rozměrech trupových svalů proto nemusí být tolik signifikantní. Pro tuto teorii částečně hovoří výsledky dalších prací, které nezaznamenaly signifikantní asymetrii trupových svalů u hráčů fotbalu [15,17,19].

K nekonzistentním výsledkům u florbalistek však pravděpodobně budou

přispívat také další faktory dané individuálně pro každou hráčku od svalových souher, rozsahu pohybu páteře a pletence dolní končetiny po techniku střelby a přihrávky.

Ve srovnání výsledků UZ měření a dotazníků byly dle očekávání zjištěny nižší průměrné lineární rozměry břišních svalů u hráček, které v dotazníku uvedly obtíže s bolestí dolní části zad. Stejný trend byl u jednotlivců s bolestmi zad oproti zdravým kontrolám zaznamenán již dříve, zejména u lineárního rozměru m. rectus abdominis [20].

Překvapivým výsledkem práce je potom trend nepřímé úměrnosti mezi velikostí asymetrie lineárních rozměrů břišních svalů a intenzitou bolesti za uplynulých 12 měsíců u aktivních hráček florbalu. Stranová asymetrie svalů břišní stěny se dle tohoto výsledku může být spíše protektivním faktorem výskytu bolesti dolní části zad u těchto hráček.

Někteří autoři uvádějí, že u jednotlivců trénujících pravidelně jednostranný sport může být trupová asymetrie adaptivní [4,5]. Sportovec si jednostrannou hypertrofií vybuduje, aby splňoval asymetrické požadavky a dovednosti specifické pro daný sport, a v takovém případě může asymetrie hrát ochrannou roli proti vzniku zranění a bolesti zad. Výsledky jiných autorů naopak jasně naznačují zvyšující se pravděpodobnost vzniku bolesti dolní části zad v případě asymetrie, konkrétně u hráčů kriketu [21] a fotbalu [22].

Zajímavé by v tomto ohledu bylo zaměřit se v dalším výzkumu na dlouhodobější sledování výskytu bolestí u hráčů s asymetrií. Účastnice této studie byly měřeny v průběhu hlavní sezóny v plné sportovní zátěži. Otázkou zůstává, jestli by došlo ke změně po ukončení sezóny či po ukončení florbalové kariéry dané hráčky. V případě, že by platila teorie o adaptivní změně vzhledem ke specifické asymetrické dovednosti, dala by se v případě ukončení této činnosti očekávat progresse bolesti. Zároveň je třeba zdůraznit, že nález výraznější asymetrie

trupových svalů u skupiny elitních hráček florbalu bez bolesti dolní části zad není přenositelný na obecnou populaci.

Závěr

V naší práci jsme hodnotili stranovou symetrii lineárních rozměrů břišních svalů u elitních hráček florbalu a její korelaci s bolestí dolní části zad. Byla zjištěna signifikantní stranová asymetrie břišních svalů, avšak tato asymetrie přímo neodpovídá předpokládané biomechanice pohybu ve florbalu, nekoreluje tedy se stranou držení hole hráček. Ve výsledcích dále pozorujeme určité trendy. Hráčky uvádějící obtíže s bolestí dolní části zad měly v průměru nižší lineární rozměry břišních svalů. Byl pozorován překvapivý trend, že stranová asymetrie svalů břišní stěny se výrazněji vyskytuje u hráček bez bolesti dolní části zad a v tomto ohledu může působit jako protektivní faktor. Toto zjištění u elitních hráček florbalu však není přenositelné na obecnou populaci a nevypovídá o budoucím riziku bolesti dolní části zad u stejných hráček v pozdějším věku.

Literatura

1. Balias R, Pedret C, Galilea P et al. Ultrasound assessment of asymmetric hypertrophy of the rectus abdominis muscle and prevalence of associated injury in professional tennis players. *Skeletal Radiol* 2012; 41(12): 1575–1581. doi: 10.1007/s00256-012-1429-y.
2. Sanchis-Moysi J, Idoate F, Dorado C. Large asymmetric hypertrophy of rectus abdominis muscle in professional tennis players. *PLoS One* 2010; 5(12): e15858. doi: 10.1371/journal.pone.0015858.
3. Connell D, Ali K, Javid M et al. Sonography and MRI of rectus abdominis muscle strain in elite tennis players. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 187(6): 1457–1461. doi: 10.2214/AJR.04.1929.
4. Gray J, Aginsky KD, Derman W et al. Symmetry, not asymmetry, of abdominal muscle morphology is associated with low back pain in cricket fast bowlers. *J Sci Med Sport* 2016; 19(3): 222–226. doi: 10.1016/j.jsams.2015.04.009.
5. Martin C, Olivier B, Benjamin N. Asymmetrical abdominal muscle morphometry is present in injury free adolescent cricket pace bowlers: a prospective observational study. *Phys Ther Sport* 2017; 28: 34–42. doi: 10.1016/j.ptsp.2017.08.078.

6. Tsuchikane R, Higuchi T, Suga T et al. Relationships between bat swing speed and muscle thickness and asymmetry in collegiate baseball players. *Sports* 2017; 5(2): 33–40. doi: 10.3390/sports5020033.
7. Farahbakhsh F, Rostami M, Noormohammadpour P et al. Prevalence of low back pain among athletes: a systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2018; 31(5): 901–916. doi: 10.3233/BMR-170941.
8. Pasanen K, Rossi M, Parkkari J et al. Low back pain in young basketball and floorball players. *Clin J Sport Med* 2016; 26(5): 376–380. doi: 10.1097/JSM.0000000000000263.
9. Hebert JJ, Koppenhaver SL, Parent EC et al. A systematic review of the reliability of rehabilitative ultrasound imaging for the quantitative assessment of the abdominal and lumbar trunk muscles. *Spine* 2009; 34(23): E848–E856. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ae625c.
10. Bahr R, Andersen SO, Løken S et al. Low back pain among endurance athletes with and without specific back loading – a cross-sectional survey of cross-country skiers, rowers, orienteers and nonathletic controls. *Spine* 2004; 29(4): 449–454. doi: 10.1097/01.brs.0000096176.92881.37.
11. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergon* 1987; 18(3): 233–237. doi: 10.1016/0003-6870(87)90010-x.
12. Rankin G, Stokes M, Newham DJ. Abdominal muscle size and symmetry in normal subjects. *Muscle Nerve* 2006; 34(3): 320–321. doi: 10.1002/mus.20589.
13. Tahan N, Khademi-Kalantari K, Mohseni-Bandpei MA et al. Measurement of superficial and deep abdominal muscle thickness: an ultrasonography study. *J Physiol Anthropol* 2016; 35(1): 17. doi: 10.1186/s40101-016-0106-6.
14. Abuín-Porras V, de la Cueva-Reguera M, Benavides-Morales P et al. Comparison of the abdominal wall muscle thickness in female rugby players versus non-athletic women: a cross-sectional study. *Medicina* 2019; 56(1): 8. doi: 10.3390/medicina56010008.
15. Kubo T, Muramatsu M, Hoshikawa Y et al. Profiles of trunk and thigh muscularity in youth and professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2010; 24(6): 1472–1479. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d32eb1.
16. Romero Morales C, Almazán Polo J, Rodríguez-Sanz D et al. Rehabilitative ultrasound imaging features of the abdominal wall muscles in elite and amateur basketball players. *Applied Sci* 2018; 8(5). doi: 10.3390/app8050809.
17. Sanchis-Moysi J, Idoate F, Izquierdo M et al. The hypertrophy of the lateral abdominal wall and quadratus lumborum is sport-specific: an MRI segmental study in professional tennis and soccer players. *Sports Biomech* 2013; 12(1): 54–67. doi: 10.1080/14763141.2012.725087.
18. Balias R, Pedret C, Pacheco L et al. Rectus abdominis muscle injuries in elite handball players: management and rehabilitation. *Open Access J Sports Med* 2011; 2: 69–73. doi: 10.2147/OAJSM.S17504.
19. Noormohammadpour P, Khezri A, Linek P et al. Comparison of lateral abdominal muscle thickness and cross sectional area of multifidus in adolescent soccer players with and without low back pain: a case control study. *Asian J Sports Med* 2016; 7(4): e38318. doi: 10.5812/asjms.38318.
20. Whittaker JL, Warner MB, Stokes M. Comparison of the sonographic features of the abdominal wall muscles and connective tissues in individuals with and without lumbopelvic pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013; 43(1): 11–19. doi: 10.2519/jospt.2013.4450.
21. Hides J, Stanton W, Freke M et al. MRI study of the size, symmetry and function of the trunk muscles among elite cricketers with and without low back pain. *Br J Sports Med* 2008; 42(10): 509–513. doi: 10.1136/bjms.2007.044024.
22. Linek P, Noormohammadpour P, Mansournia MA et al. Morphological changes of the lateral abdominal muscles in adolescent soccer players with low back pain: a prospective cohort study. *J Sport Health Sci* 2020; 9(6): 614–619. doi: 10.1016/j.jshs.2018.02.002.

Doručeno/Submitted: 31. 10. 2023

Přijato/Accepted: 17. 1. 2024

Korespondenční autor:

Mgr. Adéla Kramperová

Klinika rehabilitace a TVL

2. LF UK a FN Motol

V Úvalu 84

150 06 Praha 5

e-mail: adela.kramperova@email.cz

Konflikt zájmů: Autoři deklarují, že text článku odpovídá etickým standardům, byla dodržena anonymita pacientů a prohlašují, že v souvislosti s předmětem článku nemají finanční, poradenské ani jiné komerční zájmy.

Publikační etika: Příspěvek nebyl dosud publikován ani není v současnosti zaslán do jiného časopisu pro posouzení. Autoři souhlasí s uveřejněním svého jména a e-mailového kontaktu v publikovaném textu.

Dedikace: Článek není podpořen grantem ani nevznikl za podpory žádné společnosti.

Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.

Conflict of Interest: The authors declare that the article/manuscript complies with ethical standards, patient anonymity has been respected, and they state that they have no financial, advisory or other commercial interests in relation to the subject matter.

Publication Ethics: This article/manuscript has not been published or is currently being submitted for another review. The authors agree to publish their names and e-mails in the published article/manuscript.

Dedication: The article/manuscript is not supported by a grant nor has it been created with the support of any company.

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE “uniform requirements” for biomedical papers.