

Vliv břišní diastázy na biomechanické parametry dolní končetiny u dětí mladšího školního věku

Mgr. Martina Minksová¹, Ing. Bc. Lucie Honzíková, Ph.D.¹, prof. RNDr. Miroslav Janura, Dr.¹,
Mgr. Taťána Funioková, Ph.D.²

¹Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

²Katedra matematických metod v ekonomice, Ekonomická fakulta, Vysoká škola báňská –
Technická univerzita Ostrava

Cílem studie bylo zjistit, zda výskyt břišní diastázy může ovlivnit postavení dolních končetin a zatížení chodidla při chůzi u dětí mladšího školního věku. Výzkumný soubor tvořilo 16 dětí mladšího školního věku, které byly podle rozestupu břišních svalů zařazeny do dvou skupin: s břišní diastázou (věk $8,0 \pm 0,8$ let; výška $134,6 \pm 5,2$ cm; hmotnost $35,8 \pm 8,2$ kg; rozestup břišních svalů $2,5 \pm 0,8$ cm) a bez břišní diastázy (věk $7,9 \pm 0,6$ let; výška $130,3 \pm 5,5$ cm; hmotnost $29,0 \pm 5,0$ kg; rozestup břišních svalů $0,9 \pm 0,5$ cm). K objektivizaci dat byl využit goniometr, posuvné měřidlo Nylon Dial Cliper, dynamický chodník h/p/cosmos® Rehawalk® zebris™ a kamera NINOX™125. Měřenými parametry byly hodnoty statické valgozity paty, rozestup břišních svalů, kinematické a dynamické parametry chůze. Bylo zjištěno, že velikost břišní diastázy se zvětšuje s rostoucí hodnotou BMI. S rostoucí hodnotou rozestupu břišních svalů se zvyšuje velikost statické valgozity paty a velikost valgozity kolenního kloubu v mezistoji stejné fáze chůze. Dále bylo naměřeno významně nižší zatížení přednoží a delší kontakt zánoží s podložkou u dětí s břišní diastázou v porovnání s dětmi bez břišní diastázy. Výsledky mohou být užitečné pro záchyt a zamezení postupu patologických změn při vývoji pohybového aparátu dětí jak v pediatričké, tak fyzioterapeutické praxi.

Klíčová slova: děti, dynamické parametry chůze, rozestup břišních svalů, vadné držení těla, valgozita paty.

The effect of diastasis recti abdominis on the biomechanic parameters of the lower limb in children of younger school age

The aim of the study was to determine whether the occurrence of diastasis recti abdominis can affect the position of the lower limbs and the load on the foot when walking in children of younger school age. The research group consisted of 16 children of younger school age who were classified into two groups according to the spacing of the abdominal muscles: with abdominal diastasis (age $8,0 \pm 0,8$ years; height $134,6 \pm 5,2$ cm; weight $35,8 \pm 8,2$ kg; abdominal muscle spacing $2,5 \pm 0,8$ cm) and without abdominal diastasis (age $7,9 \pm 0,6$ years; height $130,3 \pm 5,5$ cm; weight $29,0 \pm 5,0$ kg; abdominal muscle spacing $0,9 \pm 0,5$ cm). A goniometer, a Nylon Dial Cliper sliding gauge, a h/p/cosmos® Rehawalk® dynamic walkway with zebris™ software, and two NINOX™125 cameras were used to objective the data. The measured parameters were values of static heel valgus, abdominal muscle spacing, kinematic and dynamic gait parameters. The size of the abdominal diastasis was found to increase with increasing BMI. With increasing values of the spacing of the abdominal muscles, the size of the static valgus of the heel increases and the size of the valgus of the knee joint increases in the midstance of the gait cycle. Furthermore, a significantly lower load on the forefoot and a longer contact of the rearfoot with the ground were measured in children with diastasis recti abdominis compared to children without diastasis. The results can be useful for detecting and preventing the progression of pathological changes in the development of the children's musculoskeletal system in both pediatric and physiotherapy practice.

Key words: abdominal muscle spacing, bad posture, children, dynamic gait parameters, heel valgus.

Úvod

Přiměřená a koordinovaná kontrakce břišních svalů (zejména musculus (m.) transversus

abdominis), bránice a pánevního dna ve spojení s nárůstem nitrobřišního tlaku je jednou z podmínek stability lidského těla při statických i dyna-

mických pohybových činnostech. M. transversus abdominis spolu s mm. obliquus abdominis a m. rectus abdominis se upínají do tzv. linea alba,

Ing. Bc. Lucie Honzíková, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

lucie.honzikova@osu.cz

Cit. zkr: Pediatr. praxi. 2023;24(6):416-419

Článek přijat redakcí: 28. 9. 2023

Článek přijat k publikaci: 17. 10. 2023

kteřá má významnou roli ve stabilizaci břišní stěny. Skládá se ze tří vrstev kolagenních vláken vytvářejících mřížku probíhající od processus xiphoideus ke stydké kosti (1).

Patologie linea alba neboli diastáza musculi recti abdominis (DRA) je definována jako rozestup břišních svalů v místě linea alba. Řada studií prokázala, že k největšímu rozšíření linea alba dochází na úrovni pupku. V případě zřetelné separace svalů je břišní stěna v těchto místech kryta pouze peritoneem, ztenčenou fascií, podkožním tukem a kůží (1, 2). Etiologie a výskyt této patologie není příliš prozkoumanou a objasněnou oblastí. Dostupné studie se týkají skupiny žen gravidních a po porodu, novorozenců a jedinců s dětskou mozkovou obrnou. U novorozenců a kojenců se DRA vyskytuje v důsledku neúplného uzavření břišní stěny a nedostatečné výživy vaziva (3). Vojta (4) uvádí, že u dětí předškolního věku s cerebropastickou poruchou se vyskytují funkční nedostatky m. transversus abdominis, což se projeví DRA až u 95 % případů. V dětském věku se patologie často upraví spontánně, případně je vhodné použít Vojtovou reflexní lokomoci (4). Mezi další faktory vzniku DRA patří např. vrozená nebo získaná insuficience vaziva, ztráta pevnosti linea alba následkem stárnutí, nadváha a obezita, neideální motorický vývoj, karence vitamínu D nebo respirační insuficience (1).

Jelikož linie alba je místem úponu všech plochých břišních svalů, dá se předpokládat, že narušení integrity tohoto šlachovitého pruhu ovlivní činnost všech svalů anterolaterální skupiny břišní stěny, z čehož vyplývají další důsledky pro bederní páteř a břišní orgány (5). Dochází k porušené schopnosti koaktivace svalů podílejících se na stabilizaci axiálního systému, narušuje se mechanika trupu a stabilita pánve, což často vede ke vzniku např. lumbopelvicke bolesti. Díky tomu pak vznikají a fixují se neoptimální posturální strategie při statických i dynamických situacích (1, 6, 7). Ačkoliv existují studie zabývající se roli břišních svalů při dýchání, funkční síle břišních svalů a bolestech bederní oblasti páteře (8), méně známé jsou účinky a důsledky ve vzdálenějších místech od středu těla. Proto bylo cílem předkládané práce určit vztah mezi břišní diastázou a postavením i zatížením dolní končetiny u dětí mladšího školního věku.

Metody

Metodika výzkumu byla schválena Etickou komisí Lékařské fakulty Ostravské univerzity v Ostravě.

Výzkumný soubor

Se souhlasem zákonného zástupce každého dítěte se do studie zapojilo 16 dětí mladšího školního věku (věk $7,9 \pm 0,7$ let; výška $132,4 \pm 5,7$ cm; hmotnost $32,4 \pm 7,6$ kg; rychlost chůze $1,4 \pm 0,3$ km/h). Rodiče byli informováni o průběhu, cíli a případných komplikacích ve studii, s možností okamžitého ukončení účasti. Svůj souhlas vyjádřili podepsáním informovaného souhlasu. Do výzkumu nebyli zahrnuti jedinci, kteří prodělali zranění či operaci na dolních končetinách nebo páteři, anebo trpěli jiným závažným onemocněním, eventuálně byli vybaveni ortotickou pomůckou. Děti byly zařazeny do skupin podle rozestupu břišních svalů: s břišní diastázou ($n = 8$, věk $8,0 \pm 0,8$ let; výška $134,6 \pm 5,2$ cm; hmotnost $35,8 \pm 8,2$ kg; rozestup břišních svalů $2,5 \pm 0,8$ cm; rychlost chůze $1,4 \pm 0,3$ km/h), bez břišní diastázy ($n = 8$, věk $7,9 \pm 0,6$ let; výška $130,3 \pm 5,5$ cm; hmotnost $29,0 \pm 5,0$ kg; rozestup břišních svalů $0,9 \pm 0,5$ cm; rychlost chůze $1,4 \pm 0,2$ km/h). Rozdělení se řídilo kritériem podle studie Gilleard a Brown (9), kde je za DRA považován rozestup břišních svalů větší než 1,6 cm včetně.

Přístrojové vybavení

K určení stupně statické valgozity paty byl využit úhloměr, kterým se měřila vertikální odchylka osy paty. Šíře břišní diastázy byla měřena posuvným měřidlem Nylon Dial Cliper (0–150 mm, Eurotool). K získání kinematických parametrů chůze byla využita kamera NINOX™125 a software NORAXON MR3 – myoVIDEOTM (USA, Inc., Scottsdale, Arizona). Pro záznam dynamických parametrů chůze byl využit dynamický chodník h/p/cosmos®Rehawalk® se softwarem zebris™ FDM (zebris™ medical GmbH, Německo). Kamera byla umístěna u dynamického chodníku tak, že snímala pohyb probanda ze zadního pohledu (frontální rovina).

Průběh měření

Měření probíhalo v laboratoři Centra pro výzkum v biomechanice na Klinice rehabilitace a tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty

Obr. 1. Palpace nejširšího místa rozestupu břišních svalů



Ostravské univerzity. Vstupní kineziologické vyšetření zahrnovalo odběr anamnestických a antropometrických údajů. Každý jedinec byl testován ve spodním prádle a naboso. Výchozí poloha při určení míry břišní diastázy byla poloha na zádech s pokrčenými dolními končetinami a s chodidly nad podložkou. Vyšetřované dítě opakovaně zvedlo pokrčené dolní končetiny (90° flexe v kyčelním a kolenním kloubu) a snažilo se je udržet. Palpací bylo lokalizováno nejširší místo, na kterém byla posuvným měřidlem změřena vzdálenost stěn m. rectus abdominis (Obr. 1). Břišní diastáza byla diagnostikována při hodnotě oddálení stěn $\geq 1,6$ cm.

Vleže na břicho s chodidly mimo lehátko byly označeny středy horního a dolního okraje paty, jejichž spojením se vydefinovala osa paty. Prostřednictvím goniometru v pozici klidného a přirozeného stoje, s rovnoměrným zatížením obou dolních končetin, byla určena vertikální odchylka osy paty. Za statickou valgozitu paty byla považována vertikální odchylka osy paty v rozsahu $\geq 5^\circ$.

Před záznamem chůze bylo na tělo probanda umístěno 10 reflexních markerů: oboustranně spina iliaca anterior superior, spina iliaca posterior superior, trochanter major femoris, epicondylus lateralis femoris a malleolus lateralis.

Následně dostali probandi časový prostor pro adaptaci chůze naboso na dynamickém chodníku Rehawalk® s vlastní volbou rychlosti chůze. Poté byl zahájen záznam chůze po dobu jedné minuty. Pro úspěšné hodnocení kinematických a dynamických parametrů chůze bylo vyžadováno šest nejlépe viditelných záznamů krokového cyklu (KC) pro každou dolní končetinu.

Zpracování a vyhodnocení dat, měřené parametry

U každého dítěte byl určen Body Mass Index (BMI).

Videozáznam byl zpracován v programu Noraxon MR (myoRESEARCH®) verze 3.14 (modul softwaru myoVIDEO™) (Noraxon USA). Byly hodnoceny úhlové odchylky v kolenních kloubech ve frontální rovině v mezistoji stejné fáze KC. Pro daný úhlový parametr každé dolní končetiny bylo hodnoceno 6 krokových cyklů.

V programu zebris™ bylo určeno maximální silové zatížení [N] a doba jeho dosažení [%] pro zánoží, středonoží a přednoží během stejné fáze KC a trvání kontaktu [%] zánoží, středonoží, přednoží s podložkou během stejné fáze KC.

Silové zatížení bylo normalizováno vzhledem k hmotnosti probanda podle vzorce:

$$Fn (\%) = (F/G) * 100 \%,$$

kde F je naměřená hodnota silového zatížení v N, G je tíhová síla působící na probanda vypočítaná podle vzorce $G = m * g$, kde m je hmotnost jedince v kg a g tíhové zrychlení ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Statistické zpracování dat

Pro každý parametr byl určen medián doplněný o 95% interval spolehlivosti. Statistické vyhodnocení naměřených dat bylo provedeno v programu PAST2 verze 2.17 (10). Pro určení závislosti mezi rozestupem břišních svalů a vybranými parametry byl využit, z důvodu malého počtu probandů, Spearmanův korelační koeficient (r_s), kde věcnou významnost vztahu, vyjádřenou absolutními hodnotami koeficientu, lze interpretovat následovně (11): malý efekt $r = 0,10-0,30$; střední $r = 0,31-0,70$; velký efekt $r = 0,71-1$. Pro posouzení rozdílů mezi skupinami byl využit neparametrický Mann-Whitney U test. Za statisticky významné byly považovány rozdíly na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Míra věcné významnosti rozdílů byla pro Mann-Whitney U test určena podle vzorce $r = Z/\sqrt{N}$, kde Z je testové skóre daného testu a N počet měřených subjektů. Velikost účinku je označován jako malý $r = 0,1-0,3$, střední $r = 0,3-0,5$ a velký $r > 0,5$ (12).

Výsledky

U sledovaných dětí mladšího školního věku byl nalezen věcně významný vztah mezi BMI a velikostí rozestupu břišních svalů (střední efekt) a mezi rozestupem břišních svalů a osovostí nosných kloubů dolních končetin (velký efekt). S rostoucím BMI rostl rozestup břišních svalů ($r_s = 0,45$). S rostoucí velikostí

Tab. 1. Hodnoty mediánu s 95% intervalem spolehlivosti statické valgozity paty a valgozity kolenního kloubu v mezistoji stejné fáze chůze u jednotlivých skupin dětí a jejich porovnání

Úhel [°]	bez DRA	CI	s DRA	CI	p	r
statická valgozita paty	3,0	1,5; 6,0	7,0	6,0; 10,0	0,001	0,58
valgozita kolenního kloubu	176,2	175,3; 178,3	172,8	171,4; 174,2	0,003	0,53

DRA – břišní diastáza, CI – 95% interval spolehlivosti, p – hodnota pravděpodobnosti pro Mann-Whitney U test, r – věcná významnost

Tab. 2. Normalizované hodnoty mediánu s 95% intervalem spolehlivosti maximálního zatížení jednotlivých oddílů nohy a doba jeho dosažení a trvání kontaktu jednotlivých oddílů nohy během stejné fáze KC u sledovaných skupin dětí a jejich porovnání

Normalizovaný parametr [%]	bez DRA	CI	s DRA	CI	p	r
MAX F HEEL	45,2	39,5; 56,9	50,7	45,9; 61,0	0,665	0,08
tMAX F HEEL	23,3	19,8; 33,6	25,8	22,9; 31,1	0,440	0,14
MAX F MID	23,9	22,4; 27,1	28,0	19,3; 32,8	0,534	0,11
tMAX F MID	43,7	39,0; 49,8	40,8	38,0; 50,8	0,821	0,04
MAX F FOR	70,8	67,3; 82,4	62,2	56,5; 68,1	0,014	0,44
tMAX F FOR	65,7	59,1; 72,1	66,1	59,9; 75,3	0,522	0,11
tCONTACT HEEL	69,5	65,3; 72,5	77,2	73,5; 80,5	0,004	0,51
tCONTACT MID	85,8	84,9; 87,8	87,2	85,8; 88,5	0,230	0,18
tCONTACT FOR	94,8	92,4; 96,3	93,5	91,7; 95,9	0,509	0,11

DRA – břišní diastáza, CI – 95% interval spolehlivosti, MAX F HEEL/MID/FOR – normalizované maximální silové zatížení zánoží/středonoží/přednoží, tMAX F HEEL/MID/FOR – doba maximálního silového zatížení zánoží/středonoží/přednoží, tCONTACT HEEL/MID/FOR – trvání kontaktu zánoží/středonoží/přednoží, p – hodnota pravděpodobnosti pro Mann-Whitney U test, r – věcná významnost

rozestupu břišních svalů se zvyšovala valgozita paty ($r_s = 0,73$) a snižoval úhel v kolenním kloubu ($r_s = -0,72$).

Mezi sledovanými skupinami nebyl nalezen statisticky a věcně významný rozdíl ve věku a rychlosti chůze ($p > 0,05$, $r = 0,10$). Skupina dětí s břišní diastázou měla věcně významně větší hodnoty ve výšce ($r = 0,35$) a hmotnosti ($r = 0,41$) v porovnání se skupinou bez břišní diastázy, ale nebyl zde nalezen statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$).

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty mediánu s 95% intervalem spolehlivosti pro statickou valgozitu paty a valgozitu kolenního kloubu v mezistoji stejné fáze chůze u jednotlivých skupin dětí a jejich porovnání.

V tabulce 2 jsou uvedeny normalizované hodnoty mediánu s 95% intervalem spolehlivosti maximálního zatížení jednotlivých oddílů nohy a doba jeho dosažení a trvání kontaktu jednotlivých oddílů nohy během stejné fáze KC u sledovaných skupin dětí a jejich porovnání.

U skupiny dětí s DRA byla nalezena statisticky i věcně významně vyšší hodnota maximálního silového zatížení přednoží ($p = 0,014$, $r = 0,44$) při porovnání s dětmi bez DRA. U zbývajících parametrů silového zatížení jednotlivých oddílů nohy a doby jeho dosažení nebyl nalezen statisticky i věcně významný rozdíl mezi sledovanými skupinami.

U skupiny dětí s DRA byla nalezena statisticky i věcně významně vyšší hodnota trvání kontaktu zánoží ($p = 0,004$, $r = 0,51$) při porovnání s dětmi bez DRA. U trvání kontaktu středonoží a přednoží nebyl nalezen statisticky i věcně významný rozdíl mezi sledovanými skupinami.

Diskuze

Břišní diastáza a nedostatečné zapojení funkce břišních svalů (m. transversus abdominis) oslabuje hluboký stabilizační systém páteře, jehož aktivita je nezbytnou podmínkou posturální stability (13, 14). Dětská nadváha a obezita jsou významnými faktory oslabení břišních svalů a celkově výskytu svalových dysbalancí (15, 16). Z výsledků naší studie vyplývá, že s rostoucím BMI se u sledovaných dětí zvětšuje rozestup břišních svalů. Výsledky se shodují s výstupy Oplové a Špringrové (1), které uvádějí nadváhu a obezitu za rizikový parametr výskytu DRA u pacientů s vertebrogenními obtížemi. Studie Kopeckého (17) poukazuje na to, že v tělesné hmotnosti a BMI dětí ve věku 6–14 let z roku 2015 je v porovnání s referenčními údaji 6. celostátního antropometrického výzkumu z roku 2001 u obou pohlaví patrný trend zvyšování průměrných hodnot, který je výraznější u chlapců. Dále zmiňuje, že tyto vyšší průměrné hodnoty jsou pravděpodobně odrazem zvyšující se

prevalence nadměrné hmotnosti a obezity u naší současné dětské populace. Dá se tedy předpokládat, že špatná trupová stabilizace se promítne i u starších dětí a je tedy potřeba danou problematiku sledovat u těchto dětí.

Z biomechanického hlediska je lidské tělo multisegmentální struktura, ve které se mezi sousedními segmenty odehrávají interakce. Pro dobrou funkci muskuloskeletálního systému jsou důležité interakce i mezi vzdálenějšími segmenty. Většina studií zatím popisovala vliv postavení v nosných kloubech na proximální části pohybového aparátu. Se změnou postavení nohy dochází ke změně v postavení pánve, a to přes rotaci bérce a rotaci v kyčelních kloubech. Nováková et al. (16) uvedli, že v dětské fyzioterapii má funkční plochonožství souvislost s nefyziologickým nastavením velkých kloubů dolních končetin. Noha, která nemá ideální postavení a funkci, může přispět k dysfunkci pánve a tím i k patologickému postavení bederní páteře (18, 19). Nováková et al. (16) a Věle (20) dále doplňují, že nožní klenba je zároveň ovlivňována stabilizační úrovní v oblasti trupu. V naší studii jsme se proto zaměřili na možnou souvislost oslabení břišní stěny s výskytem valgozity paty a v kolenním kloubu u dětí mladšího školního věku. Bylo

zjištěno, že s rostoucí velikostí rozestupu břišních svalů roste velikost valgozity paty a kolenního kloubu u sledovaných dětí. Souhra břišních svalů spolu s bránicí, svaly pánevního dna a paravertebrálních svalů se podílí na postavení pánve. Narušení dané součinnosti může zvýšit anteverzní postavení pánve, čímž dojde k vnitřní rotaci v kyčelních kloubech, valgóznímu postavení v kolenních kloubech a k pronaci v subtalárním kloubu (13). Některé studie (21, 22) uvádějí, že v rámci oslabeného svalového korzetu a svalových dysbalancí je provádění pohybových stereotypů energeticky náročnější. Tím dochází ke zpomalení provádění motorické činnosti. U dětí s DRA jsme naměřili významně delší kontakt zánoží s podložkou a nižší zatížení přednoží v porovnání s dětmi bez DRA. Delší kontakt zánoží může být podle Procházkové et al. (23) výsledkem zpomalení přenosu zátěže ve fázi od počátečního kontaktu chodidla s podložkou až po odraz. U dětí s DRA lze hovořit o kompenzačním mechanismu, kde dolní končetina s valgózním postavením paty a v kolenním kloubu potřebuje delší čas ke stabilizaci pro bezpečný přenos zátěže. To ovšem zvyšuje riziko přetížení v daném oddílu nohy. Dále je tím narušena plynulost odvíjení chodidla

i jeho odraz. Díky přetrvávající pronaci nohy při přenosu zátěže nedošlo k dostatečnému zpevnění přednoží a odraz byl u dětí s DRA méně dynamický. Nedostatečná trupová stabilizace vede k odchylkám v postavení pánve a nosných kloubů dolních končetin, což může mít následně dopad na nesprávný stereotyp chůze a změnu zatížení dolní končetiny.

Závěr

U sledované skupiny dětí rostla velikost břišní diastázy s rostoucí hodnotou BMI. Výsledky dále poukazují na to, že s rostoucí hodnotou rozestupu břišních svalů roste velikost statické valgozity paty a valgozity kolenního kloubu ve stejné fázi chůze. U dětí s DRA byl v porovnání s dětmi bez DRA zjištěn delší kontakt zánoží s podložkou pro potřebu delšího času ke stabilizaci chodidla při přenosu zátěže. U dětí s DRA bylo dále zjištěno významně nižší zatížení přednoží, což může poukazovat na méně dynamický odraz. Tyto výsledky by mohly být nápomocné pro hodnocení odchylek ve vývoji pohybového aparátu jak v pediatrické, tak i fyzioterapeutické praxi. Diagnostika a kontrola těchto odchylek zamezí jejich fixaci v dalším pohybovém chování dítěte nebo adolescenta.

LITERATURA

- Oplová L, Špringrová I. Role diastázy mm. recti abdominis při vzniku vertebrogenních poruch. Rehabil. fyz. Lék. 2006;13(4):197-200. Available from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-4/rolediastry-mm-recti-abdominis-pri-vzniku-vertebrogennich-poruch-4895>.
- van Wingerden JP, Ronchetti I, Sneiders D, et al. Anterior and posterior rectus abdominis sheath stiffness in relation to diastasis recti: Abdominal wall training or not? J Bodyw Mov Ther. 2020 Jan;24(1):147-153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.10.015>.
- Vodička J. Speciální chirurgie. Praha: Karolinum; 2014.
- Vojta V, Annegret P. Vojtův princip. Praha: Grada Publishing; 2010.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Clinically oriented anatomy (7th edition). Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2014.
- Lee D, Hodges P. Behaviour of the linea alba during a curl-up task in diastasis rectus abdominis: a new interpretation with clinical implications. Physiotherapy. 2015;1(101):e580-e581. Available from: [https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406\(15\)03436-7/fulltext](https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406(15)03436-7/fulltext).
- Doubkova L, Andel R, Palasakova-Springrova I, et al. Diastasis of rectus abdominis muscles in low back pain patients. J Back Musculoskelet Rehabil. 2018;31(1):1-6. <https://doi.org/doi:10.3233/BMR-169687>.
- Benjamin DR, Frawley HJ, Shields N, et al. Relationship between diastasis recti of the abdominal muscles (DRAM) and musculoskeletal dysfunctions, pain and quality of life: a systematic review. Physiotherapy. 2019;105(1):P24-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.07.002>.
- Gilleard WL, Brown JM. Structure and function of the abdominal muscles in primigravida subjects during pregnancy and the immediate postbirth period. Phys Ther. 1996;76(7):750-762. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8677279/>.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontological Association. 2001;4(1):1-9. Available from: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Sigmundová D, Sigmund E. Statistická a věcná významnost a použití dat o pohybové aktivitě. Tělesná kultura. 2012;35(1),55-72. <https://doi.org/10.5507/tk.2012.004>.
- Cohen J. A power primer. Psychol Bull. 1992;112(1):155.
- Kolář P. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén; 2012.
- Suchomel T. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. Rehabil. fyz. Lék. 2006;13(3):112-125. Available from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-3/stabilita-v-pohybovem-systemu-a-hluboky-stabilizacni-system-podstata-aklinicka-vychodiska-4883>.
- King AC, Challis JH, Bartok C, et al. Obesity, mechanical and strength relationships to postural control in adolescence. Gait Posture. 2012;35(2):261-265. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22018701/>.
- Nováková T, Hiršová P, Lopot F, et al. Screening pohybového systému školních dětí (7 až 12 let) v Praze. Rehabil. fyz. Lék. 2017;24(4):234-242. Available from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2017-4/screening-pohyboveho-systemu-skolnich-deti-7-az-12-let-v-praze-62432>.
- Kopecký M. Sekulární trend tělesného růstu a vývo-
- je chlapců a dívek od 6 do 14 let v českých zemích za období 120 let (1895–2015). Čes-slov Pediat. 2021;76(1):28-41. <https://www.prolekare.cz/casopisy/cesko-slovenska-pediatric/2021-1-21/sekularni-trend-telesneho-rustu-a-vyvoje-chlapcu-a-divek-od-6-do-14-let-v-ceskych-zemich-za-obdobi-120-let-1895-2015-126733/download?hl=cs>.
- Duval K, Lam T, Sanderson D. The mechanical relationship between the rearfoot, pelvis and low-back. Gait Posture. 2010;32(4):637-640. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.09.007>.
- Lewit K, Lepšíková M. Chodidlo – významná část stabilizačního systému. Rehabil. fyz. Lék. 2008;15(3):99-104. Available from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2008-3/chodidlo-vyznamna-cast-stabilizacniho-systemu-2174>.
- Věle F. Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Praha: Triton; 2006.
- Cruz-Gómez NS, Plascencia G, Villanueva-Padrón LA, et al. Influence of obesity and gender on the postural stability during upright stance. Obes Facts. 2011;4(3):212-217. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21701237/>.
- de Vette JJE, Lee T, Song X. Kinetic and kinematic effects of asymmetric load carrying in the lower extremity. J Foot Ankle Res. 2014;7(1):A16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1757-1146-7-S1-A16>.
- Procházková M, Teplá L, Svoboda Z, et al. Vliv rehabilitace na dynamické zatížení nohy u baletních tanečnic. Rehabil. fyz. Lék. 2014;21(2):56-61. Available from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2014-2/vliv-rehabilitace-na-dynamicke-zatizeni-nohy-ubaletnich-tanecnicu-49086>.