

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

KINEMATICKÁ ANALÝZA CHŮZE U ŽEN S PRIMÁRNÍ DYSMENOREOU

Diplomová práce

Autor: Bc. Kateřina Slezáková

Studijní program: Aplikovaná fyzioterapie

Vedoucí práce: MUDr. Světlana Hrachovinová

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Bc. Kateřina Slezáková
Název práce: Kinematická analýza chůze u žen s primární dysmenoreou

Vedoucí práce: MUDr. Světlana Hrachovinová
Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii
Rok obhajoby: 2024

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce bylo posoudit provedení chůze žen s primární dysmenoreou v různých fázích menstruačního cyklu a porovnat ho s kontrolní skupinou zdravých žen. Teoretická část práce je věnována poznatkům o menstruačním cyklu, charakteristice dysmenorey, jejich možných příčinách a souvislostech s pohybovým aparátem. Dále je pojednáváno o chůzovém cyklu a možnostech jeho hodnocení se zaměřením na kinematickou analýzu. Závěrem je rozebrán vliv menstruačního cyklu a primární dysmenorey na chůzi. Praktická část je založena na 3D kinematické analýze chůze realizované za pomoci systému Vicon. Výzkumu se účastnilo 18 žen s primární dysmenoreou ve věku od 20 do 26 let. Všechny probandky absolvovaly dvě měření – v periovulační a menstruační fázi menstruačního cyklu. V každém z nich bylo hodnoceno 6 platných pokusů chůze, ve kterých byl analyzován rozsah pohybu pánve a trupu v sagitální, frontální a transversální rovině. Signifikantní výsledek byl zjištěn při srovnání rozsahu pohybu pánve v sagitální rovině u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám v periovulační fázi menstruačního cyklu. Na základě grafického znázornění průběhu pohybu se u žen s primární dysmenoreou projevil větší stupeň náklonu trupu v periovulační i menstruační fázi menstruačního cyklu a větší míra antevertze pánve ve fázi periovulační. Z celkových poznatků práce vyplývá, že přítomnost primární dysmenorey ovlivňuje provedení chůze v průběhu celého menstruačního cyklu, nejen během menstruace. Z praktického hlediska se tedy jeví jako vhodné začlenění terapeutických metod do průběhu celého menstruačního cyklu, nejen během bolestivých fází.

Klíčová slova:

Menstruační cyklus, primární dysmenorea, analýza chůze, kinematika pánve, kinematika trupu

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Bc. Kateřina Slezáková
Title: Kinematic analysis of gait in women with primary dysmenorrhea

Supervisor: MUDr. Světlana Hrachovinová
Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology
Year: 2024

Abstract:

The aim of this master's thesis was to assess the gait performance of women with primary dysmenorrhea in various phases of the menstrual cycle and compare it with a control group of healthy women. The theoretical part of the thesis focuses on the knowledge of the menstrual cycle, the characteristics of dysmenorrhea, its possible causes, and its connections with the musculoskeletal system. Furthermore, it discusses the gait cycle and possibilities for its evaluation, focusing on kinematic analysis. Finally, the influence of the menstrual cycle and primary dysmenorrhea on gait is analyzed. The practical part is based on a 3D kinematic analysis of gait conducted using the Vicon system. The research involved 18 women with primary dysmenorrhea aged 20 to 26 years. All participants underwent two measurements – one in the periovulatory phase and one in the menstrual phase of the menstrual cycle. In each measurement, 6 valid gait trials were evaluated, analyzing the range of motion of the pelvis and trunk in the sagittal, frontal, and transverse planes. A significant result was found when comparing the range of motion of the pelvis in the sagittal plane among women with primary dysmenorrhea compared to healthy women in the periovulatory phase of the menstrual cycle. Based on graphical representation of the movement pattern, women with primary dysmenorrhea exhibited a greater degree of trunk inclination in both the periovulatory and menstrual phases of the menstrual cycle, as well as a greater degree of pelvic anteversion in the periovulatory phase. Overall, the presence of primary dysmenorrhea affects gait performance throughout the entire menstrual cycle, not just during menstruation. Therefore, it may be appropriate to incorporate therapeutic methods throughout the menstrual cycle, not just during painful phases.

Keywords:

Menstrual cycle, primary dysmenorrhea, gait analysis, kinematics of the pelvis, kinematics of the trunk

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně pod vedením MUDr. Světlany Hrachovinové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 29. dubna 2024

.....

Děkuji vedoucí práce MUDr. Světlaně Hrachovinové za cenné rady, věcné připomínky a všechny čas, který mi věnovala při zpracovávání této diplomové práce. Poděkování patří také probandkám, které se účastnily výzkumu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za nepřetržitou podporu v průběhu studia.

SEZNAM ZKRATEK

CNS – centrální nervový systém
CPGs – centrální generátory vzorů (central pattern generators)
DK – dolní končetina
EMG – elektromyografie
FSH – folikulostimulační hormon
GC – chůzový cyklus (gait cycle)
GnRH – gonadoliberin
HSS – hluboký stabilizační systém
km/h – kilometr za hodinu
LBP – bolest dolní části zad (low back pain)
LH – luteinizační hormon
m. – musculus
MC – menstruační cyklus
mm. – muscoli
PD – primární dysmenorea
ROM – rozsah pohybu (range of movement)
RZ – reflexní změny
SD – sekundární dysmenorea
SI – sakroiliakální
TrPs – trigger points
VAS – vizuální analogová škála
VDT – vadné držení těla
VNS – vegetativní nervový systém

OBSAH

Seznam zkratk.....	7
Obsah	8
1 Úvod	11
2 Přehled poznatků	13
2.1 Menstruační cyklus	13
2.1.1 Charakteristika menstruačního cyklu	13
2.1.2 Ovariální cyklus	14
2.1.3 Děložní cyklus.....	16
2.1.3.1 Myometriální cyklus.....	16
2.1.3.2 Cervikální cyklus	16
2.1.3.3 Endometriální cyklus.....	16
2.1.4 Hormonální regulace menstruačního cyklu.....	18
2.1.4.1 Hypotalamus	18
2.1.4.2 Hypofýza.....	18
2.1.4.3 Ovarium.....	19
2.2 Dysmenorea.....	20
2.2.1 Primární dysmenorea	20
2.2.1.1 Prevalence.....	21
2.2.1.2 Etiopatogeneze.....	21
2.2.1.3 Rizikové a protektivní faktory.....	22
2.2.1.4 Centrální senzitivace	23
2.2.2 Sekundární dysmenorea.....	24
2.3 Funkční poruchy pohybového aparátu žen s primární dysmenoreou	25
2.3.1 Viscerosomatické a somatoviscerální vztahy	25
2.3.1.1 Viscerosomatické vztahy.....	26
2.3.1.2 Somatoviscerální vztahy	27
2.3.1.3 Souvislosti s primární dysmenoreou.....	28
2.3.2 Syndrom kostrče a pánevního dna.....	30
2.3.3 Fixovaná nutace pánve.....	31

2.3.4	Postavení pánve a páteře	31
2.3.5	Insuficience hlubokého stabilizačního systému páteře	32
2.4	Chůze	34
2.4.1	Řízení lidské lokomoce	35
2.4.2	Chůzový cyklus	36
2.5	Analýza chůze	40
2.5.1	Kinematická analýza chůze	40
2.5.1.1	Výhody a nevýhody	41
2.5.2	Časoprostorové parametry chůze	42
2.5.3	Kinematika pánve a trupu při chůzi	43
2.5.3.1	Kinematika pánve	44
2.5.3.2	Kinematika trupu	47
2.6	Vliv menstruačního cyklu na pohybový aparát a chůzi	49
2.7	Vliv dysmenorey na provedení chůze	51
3	Cíle a hypotézy	52
3.1	Hlavní cíl	52
3.2	Dílčí cíle	52
3.3	Hypotézy	52
4	Metodika	54
4.1	Design studie	54
4.2	Výzkumný soubor	54
4.3	Metody sběru dat	55
4.3.1	Průběh tvorby a přípravy výzkumného souboru	55
4.3.2	Průběh laboratorního měření	55
4.4	Analýza dat	57
4.4.1	Zpracování dat	57
4.4.2	Statistické vyhodnocení dat	58
5	Výsledky	59
5.1	Výsledky k hypotéze H1	59
5.2	Výsledky k hypotéze H2	59

5.3	Výsledky k hypotéze H3.....	60
5.4	Výsledky k hypotéze H4.....	66
5.5	Výsledky k hypotéze H5.....	67
5.6	Výsledky k hypotéze H6.....	68
6	Diskuse.....	75
6.1	Limity práce	80
7	Závěry	82
8	Souhrn	83
9	Summary.....	85
10	Referenční seznam	87
11	Přílohy.....	102
11.1	Vyjádření etické komise	102
11.2	Informovaný souhlas.....	103
11.3	Dotazník subjektivního hodnocení.....	104

1 ÚVOD

Menstruační cyklus (MC) je běžnou součástí života žen. Jedná se o přirozený proces ženského reprodukčního systému (Schmalenberger et al., 2021), charakterizovaný měsíčními cyklickými výkyvy pohlavních hormonů, jako je estrogen a progesteron (McNulty et al., 2020). Jejich fluktuace v průběhu MC mají významný vliv na psychologické i fyziologické aspekty (de Carvalho et al., 2022), zahrnující také vlastnosti pojivových tkání (Chidi-Ogbolu & Baar, 2018). Zvýšené hladiny estrogenu v ovulační fázi MC zvyšují laxicitu vazů a svalů (Baran & Yilmaz, 2024). Důsledky mohou být viditelné v pohybovém projevu jako zhoršení posturální stability a rovnováhy (Keklicek et al., 2021; Pohle et al., 2024) a také zvýšení rizika zranění (Herzberg et al., 2017).

Udržení posturální stability je důležité pro chůzi (Perry & Burnfield, 2010). Chůze je základní forma lokomoce člověka (Fadillioglu et al., 2020), která je individuálně charakteristická pro každého jedince (Kolář et al., 2009). Je ovlivněna kognitivními a afektivními aspekty (Horst et al., 2019), stejně jako stavem pohybového aparátu (Nandy et al., 2021). Existují dostupné studie o vlivu menstruačního cyklu zejména na oblast kolenního a hlezenního kloubu s biomechanickými důsledky (Balachandar et al., 2017; Herzberg et al., 2017; Yim et al., 2018), avšak hodnocení komplexního pohybu jako je chůze dosud chybělo. Právě analýzu pohybu pánve a trupu při chůzi u zdravých žen v různých fázích MC zkoumala první etapa výzkumu, jehož pokračováním je tato práce. Bylo potvrzeno signifikantní zvětšení rozsahu pohybu (range of motion, ROM) pánve v periovulační fázi MC, ve které došlo také ke zvětšení ROM kyčelního a hlezenního kloubu (Hrachovinová et al., 2023).

V současné době se popularizuje téma bolestivé menstruace a vznikají studie, které porovnávají posturální kontrolu u žen s bolestí a bez bolesti (Keklicek et al., 2021; Pohle et al., 2024). Bolestivá menstruace je také označována jako dysmenorea. Jedná se o jednu z nejčastějších gynekologických poruch žen v plodném věku, která zhoršuje celkovou kvalitu života a způsobuje školní či pracovní absenci. Rozlišuje se primární a sekundární forma (Serrano-Imedio et al., 2022). Tato práce se zaměřuje na ženy s primární dysmenoreou (PD), pro kterou je typická nepřítomnost pánevní patologie (Karout et al., 2021). Jedná se tedy o funkční poruchu tělesného systému (Kolář et al., 2009). Jako příčina se nejčastěji udává zvýšená sekrece prostaglandinů v děloze způsobující její hyperkontraktilitu a ischemickou bolest (Nunez-Troconis et al., 2021).

Nociceptivní stimulace má dopad na vzájemný vztah mezi vnitřními orgány a pohybovým systémem (Kolář et al., 2009). Je také známo, že ovlivňuje motorický projev (Véle, 2006). U žen s PD bylo zjištěno zhoršení posturální stability v bolestivé fázi MC (Pohle et al., 2024). Díky

narušení funkce hlubokého stabilizačního systému (HSS) páteře u těchto žen vznikají funkční poruchy pohybového aparátu s chronickým přetížením lumbosakrální oblasti (Kolář et al., 2009). V důsledku těchto změn předpokládáme přítomnost ochranného svalového vzorce, tedy vyšší aktivity svalů v oblasti trupu, způsobující nižší pohyblivost pánve a trupu při chůzi.

Tato práce se bude zabývat hodnocením pohybu pánve a trupu v průběhu chůze u žen s primární dysmenoreou v porovnání se zdravými ženami.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Menstruační cyklus

Obecně je MC označením pro změny v rámci celého organismu ženy opakující se v pravidelných intervalech (Rob et al., 2019). V užším pojetí se jedná o přirozený proces ženského reprodukčního systému opakující se periodicky každý měsíc (Schmalenberger et al., 2021). Díky koordinované interakci hormonů dochází k cyklickým změnám endometria dělohy a ovarií, jejichž výsledkem je menstruační krvácení či oplodnění vajíčka a následné těhotenství (Itriyeva, 2022). Menstruační krvácení neboli menstruace je definované jako cyklické odlučování děložní sliznice (Pilka et al., 2017). Úkolem MC je vyvinout jeden oocyt a připravit ho na oplodnění a současně připravit endometrium pro implantaci embrya (Barbieri, 2014).

2.1.1 Charakteristika menstruačního cyklu

MC začíná v pubertě mezi 10. a 16. rokem dívky (Thiyagarajan et al., 2022), prvním menstruačním krvácením označovaným jako menarche (Schmalenberger et al., 2021). Spontánní ukončení menstruace se označuje pojmem menopauza a nastává průměrně v 51 letech (Hall, 2015; Takahashi, & Johnson, 2015). V období mezi menarche a menopauzou může být cyklus přerušen těhotenstvím, užíváním hormonální antikoncepce nebo menstruační či ovulační dysfunkcí (Carmichael et al., 2021). Jeden MC je vymezen prvním dnem menstruace a ukončen den před nástupem dalšího menstruačního krvácení (Nunez-Troconis et al., 2021; Schmalenberger et al., 2021). Jeho délka je velmi variabilní a u každé ženy se liší, ale fyziologicky by se měla pohybovat v rozmezí 21–35 dní (Carmichael et al., 2021; Roztočil et al., 2011). Jako průměrná hodnota se uvádí 28 dní (Abo et al., 2022; Barbieri, 2014; Schmalenberger et al., 2021). Samotné menstruační krvácení pak trvá 4±2 dny (Barbieri, 2014; Pilka et al., 2017). Pokud je MC pravidelný, trvající v tomto rozmezí, označuje se jako eumenoreický (Carmichael et al., 2021).

O menstruaci se hovoří pouze pokud jsou cykly ovulační. V případě, že k ovulaci neodchází a cykly jsou anovulační, jedná se o pseudomenstruaci (Rob et al., 2019). Anovulace se objevuje asi u 7 % žen ve věku 25–39 let, které disponují normální délkou cyklu. Její výskyt je ale častější u žen s kratšími či delšími cykly, zejména u postmenarcheálních dívek a postmenopauzálních žen (Mihm et al., 2011). Dle Thiyagarajan et al. (2022) jsou anovulační cykly běžné po dobu 12–18 měsíců od menarche. Pravidelný MC ale nezaručuje přítomnost ovulace (Janse De Jonge et al., 2019).

Celý MC je řízen vzájemnou kontrolou hladin hormonů osy hypotalamus-hypofýza-ovarium, která dozrává v polovině či ke konci puberty (Mihm et al., 2011; Pilka et al., 2017). Jejich vylučování probíhá na principu pozitivních i negativních zpětných vazeb (Thiyagarajan et al., 2022). Hlavní řídicí úlohu mají ovariální hormony estrogen a progesteron (Farage et al., 2009), jejichž receptory byly nalezeny v mnoha orgánech těla. Nacházejí se zejména v endometriu, ovariích, prsní tkáni, hypofýze, ale také v orgánech močového, gastrointestinálního traktu a plicích (Abo et al., 2022). Kolísání hladin hormonů má tak komplexní účinky na mnoho fyziologických systémů, včetně kardiovaskulárního, respiračního, metabolického a neuromuskulárního (McNulty et al., 2020).

Menstruační cyklus lze rozlišit podle místa probíhajících změn na ovariální, který zahrnuje cyklické změny ovaria a děložní, který popisuje změny endometria, myometria a cervixu dělohy (Pilka et al., 2017). V průběhu ovariálního cyklu se rozeznává fáze preovulační folikulární a poovulační luteální. Korespondují s nimi proliferační a sekreční fáze endometria (Pilka et al., 2017; Rob et al., 2019). Označení menstruačních fází ale není standardizované, a proto se v jednotlivých studiích liší (Joyce et al., 2021). Někteří autoři rozlišují také subfáze jako je časná folikulární, pozdní folikulární, časná luteální, střední luteální a pozdní luteální fáze (Carmichael et al., 2021; Schmalenberger et al., 2021), které jsou charakterizovány předvídatelnými fluktuacemi hormonů (Schmalenberger et al., 2021) (Obrázek 1).

2.1.2 Ovariální cyklus

Ovaria obsahují oocyty, které se vytvořily v průběhu intrauterinního vývoje. Jsou obalené vrstvou buněk a celý útvar se nazývá folikul (Roztočil et al., 2011). Jeho růst je zajištěn působením folikulostimulačního hormonu (FSH). Zvyšuje se množství buněk obalujících oocyt a postupně se diferencují na vnitřní vrstvu – granulosu a vnější vrstvu – theku (Barbieri, 2014; Roztočil et al., 2011). V průběhu ovariálního cyklu Pilka et al. (2017) rozlišují folikulární, ovulační a luteální fázi.

Folikulární fáze začíná nástupem menstruace a končí ovulací (Itriyeva, 2022; Schmalenberger et al., 2021). Cílem je dozrání folikulů pro následnou ovulaci (Pilka et al., 2017; Schmalenberger et al., 2021). Zvýšené hladiny FSH způsobené poklesem estrogenů a progesteronu na konci předešlého cyklu (Pilka et al., 2017) podporují vývoj 5–7 folikulů, zvyšují proliferaci buněk granulózy v těchto folikulech a expresi receptorů luteinizačního hormonu (LH) (Rob et al., 2019). Vyvine se jeden dominantní folikul, který vytvoří dutinu vyplněnou tekutinou a označuje se jako Graafův (Roztočil et al., 2011). Produkuje velké množství estradiolu, potřebného pro stimulaci proliferace endometria a vlivem negativní zpětné vazby tak snižuje

hladiny LH a FSH (Itriyeva, 2022; Rob et al., 2019). Dominantní folikul produkuje také inhibin, čímž je hladina FSH ještě více snížena (Barbieri, 2014). V důsledku nedostatku FSH nastane atrezie ostatních folikulů (Rob et al., 2019). Hladiny estrogenů dosahují maxima den před ovulací. Pouze v tomto období se pozitivní zpětnou vazbou zvyšuje hladina LH, která se označuje jako tzv. LH peak (Farage et al., 2009; Itriyeva, 2022).

Při průměrném 28denním MC k ovulaci dochází okolo 14. dne (Abo et al., 2022; Barbieri, 2014). Pokud jsou vysoké hladiny estrogenů udrženy po dobu 48 hodin, reaguje hypotalamus masivním výlevem gonadoliberinu (GnRH), který způsobí preovulační nárůst LH, nezbytný pro spuštění ovulace (Barbieri, 2014; Herbison, 2020). Interval od vzestupu vlny LH do ovulace je 35–44 hodin (Rob et al., 2019). Následkem je uvolnění proteolytických enzymů, které se podílejí na odbourání buněk na povrchu folikulu, novotvorbě cév a produkci prostaglandinů. Dojde k prasknutí Graafova folikulu, vyplavení oocyty do peritoneální dutiny a jeho adhezi k ovariu (Pilka et al., 2017).

Lutelní fáze je časově vymezena tvorbou žlutého tělíska (corpus luteum) a ukončena luteolýzou, případně těhotenstvím (Rob et al., 2019). Zbylé části dominantního folikulu se přeměňují na žluté tělísko (Pilka et al., 2017), které pod vlivem LH produkuje ve stále větším množství progesteron (Farage et al., 2009; Itriyeva, 2022). Mimo to se v menším množství tvoří i další endokrinní látky jako jsou estrogeny, inhibin a relaxin (Rob et al., 2019). Uprostřed luteální fáze nastává vrchol hladiny progesteronu a menší vzestup hladiny estrogenu. Malý vzestup progesteronu je pozorovatelný již 12–40 hodin před vrcholem LH (Mihm et al., 2011). Působí na hypotalamus a zvyšuje tak bazální tělesnou teplotu (Itriyeva, 2022; Schmalenberger et al., 2021). Vysoké hladiny progesteronu a produkce inhibinu snižují sekreci FSH a LH, bez jejichž stimulace asi po 14 dnech žluté tělísko degeneruje a přemění se na bílé tělísko (corpus albicans) (Barbieri, 2014; Pilka et al., 2017). Sníží se hladiny progesteronu a estrogenů (Itriyeva, 2022), čímž vymizí negativní zpětnovazebná regulace na úrovni hypofýzy a nastane opětovný vzrůst FSH pro zahájení dalšího MC (Pilka et al., 2017). Jiná situace proběhne, pokud dojde k těhotenství. V tomto případě trofoblast blastocysty produkuje lidský choriový gonadotropin, který zabrání luteolýze. Vznikne corpus luteum gravidarium, které asi 8–12 týdnů pokračuje v produkci progesteronu, dokud se jeho zdrojem nestane placenta (Mihm et al., 2011; Rob et al., 2019).

Různorodost v délce MC je dána z větší části variabilní délkou folikulární fáze (Itriyeva, 2022; Mihm et al., 2011; Schmalenberger et al., 2021). Její délka se pohybuje v rozmezí 10–23 dní. Luteální fáze má délku konzistentnější, z důvodu předvídatelné životnosti žlutého tělíska. Trvá 7–19 dní (Mihm et al., 2011; Nunez-Troconis et al., 2021). Studie zahrnující 141 účastnic

zjistila, že 69 % rozptylu celkové délky MC lze připsat délce folikulární fáze a pouze 3 % délce luteální fáze (Schmalenberger et al., 2021).

2.1.3 Děložní cyklus

Jednotlivé části dělohy obsahují receptory pro estrogen i progesteron. Dle konkrétních fází ovariálního cyklu se objevují změny v endometriu, myometriu i cervixu dělohy (Rob et al., 2019).

2.1.3.1 Myometriální cyklus

Lidská děloha vykazuje stálou jemnou kontraktilitu myometria označovanou jako děložní peristaltika. Kontrakce snižují krevní perfuzi a okysličení krve (Kido et al., 2007). V období menstruace jsou nezbytné pro odlučování sliznice, vyloučení obsahu děložní dutiny a také pro zastavení krvácení. Největší intenzitu ale mají v první polovině cyklu s maximem při ovulaci (Rob et al., 2019).

2.1.3.2 Cervikální cyklus

Cyklické změny cervixu se odráží zejména ve změnách biofyzikálních a biochemických vlastností cervikálního hleny (Rob et al., 2019). Tyto změny ovlivňují schopnost spermií proniknout do dělohy a mohou přispět k identifikaci ovulace. V období ovulace je totiž množství cervikálního hleny největší a má typické vlastnosti: nízkou viskozitu, vysokou tažnost a značnou krystalizaci. Obsahuje nižší počet leukocytů a vyšší obsah vody. Zmírňuje kyselé prostředí pochvy, čímž vytváří příznivější podmínky pro spermie (Pilka, 2017; Rob et al., 2019). Bylo prokázáno, že změny v lidském cervikálním hleny během menstruačního cyklu ovlivňují orientaci a migraci spermií (Flori et al., 2007).

2.1.3.3 Endometriální cyklus

Endometrium je jedním z nejcitlivějších orgánů na ovariální steroidní hormony. Skládá se ze dvou vrstev. Na povrchu se nachází pars functionalis, která se vyvine, aby umožnila implantaci vajíčka a poté se v závislosti na hladině ovariálních hormonů odlučuje (Barcikowska et al., 2020; Hawkins, & Matzuk, 2008). Na svalové vrstvě dělohy leží pars basalis, jejíž tloušťka zůstává zachována po celou dobu MC. Jejím úkolem je obnova endometria po odloučení pars functionalis. Podle typických cyklických změn endometria se rozlišuje proliferační, sekreční a menstruační fáze (Barcikowska et al., 2020; Pilka et al., 2017).

Proliferační fáze odpovídá folikulární fázi ovaria. Časově je vymezena koncem menstruace a začátkem ovulace (Hawkins, & Matzuk, 2008; Pilka, 2017). Na jejím počátku je endometrium vysoké 1–2 milimetry (Pilka et al., 2017). Působení estrogenů vyvolá proliferaci

pars functionalis endometria z kmenových buněk pars basalis. Dále způsobí růst a vaskularizaci endometriálních žlázek a pojivové tkáně stromatu a prodloužení spirálních arterií na celou výšku endometria (Barbieri, 2014; Pilka et al., 2017). V období vrcholu hladiny LH pak výška endometria roste až na 12 milimetrů (Pilka et al., 2017).

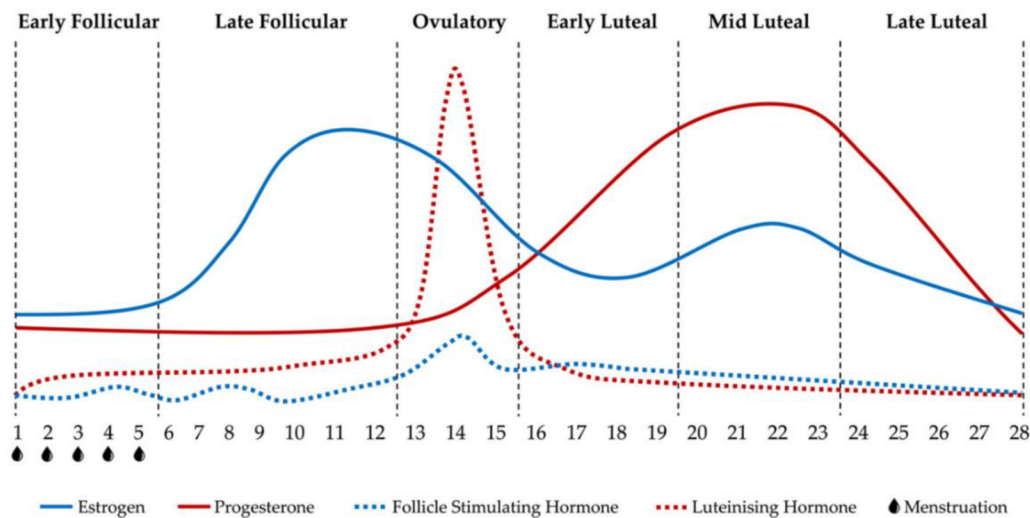
Při ovulaci začíná fáze sekreční, která odpovídá luteální fázi ovaria (Pilka et al., 2017). Dominantním hormonem je progesteron, který způsobí změny umožňující případnou implantaci embrya. Tyto změny zahrnují zpomalení proliferace endometria, zvýšenou tvorbu slizniční sekrece, zvýšení cévního zásobení, nahromadění energie ve formě glykogenu a zvětšení povrchu spirálních arterií (Thiyagarajan et al., 2022). V případě, že do 23. dne MC nedojde k oplodnění, zaniká žluté tělísko a klesá hladina progesteronu a estrogenů. Následkem je kolaps endometriálních žlázek a involuce endometria. Působení vazokonstrikčních látek a prostaglandinů vede k ischemii a uvolnění proteolytických enzymů, které zrychlí proces destrukce tkáně. Prostaglandiny také přispívají ke kontrakcím myometria nezbytných pro následné vypuzení zanikající sliznice (Pilka et al., 2017).

Menstruační fáze představuje odpověď endometria na nízkou koncentraci ovariálních hormonů při regresi žlutého tělíska (Mihm et al., 2011). Hladiny estrogenů a progesteronu jsou v této fázi nejnižší (Abo et al., 2022). Charakteristická je atrofie spirálních arterií s vyplavováním krve do dělohy a ischemická nekróza pars functionalis endometria, která je později odloučena s krví z dělohy jako menstruační krvácení (Pilka et al.; Rob et al., 2019).

Celková krevní ztráta v průběhu jedné menstruace činí průměrně 35 mililitrů krve. Jako abnormální je udáváno množství nad 80 mililitrů (Barbieri, 2014; Roztočil et al., 2011). Menstruační tekutina je tvořena převážně z krve arteriálního původu, jen asi 25 % tvoří krev venózní (Thiyagarajan et al., 2022). Obsahuje autolyzovanou endometriální tkáň, zánětlivý exudát, červené krvinky a proteolytické enzymy. V autolyzované tkáni se nachází zbytky žláz a fragmentace cév a stromatu (Nunez-Troconis et al., 2021).

Obrázek 1

Jednotlivé fáze MC charakterizované kolísáním pohlavních hormonů v průběhu 28denního cyklu (Carmichael et al., 2021).



2.1.4 Hormonální regulace menstruačního cyklu

2.1.4.1 Hypotalamus

Hormonální sekrece začíná v hypotalamu, kde se po začátku puberty zvýšeně produkuje GnRH (Thiyagarajan et al., 2022) a je vylučován do krve v krátkých pulzech (Rob et al., 2019; Thiyagarajan et al., 2022). Charakteristiky pulzů, jako je jejich frekvence a amplituda, jsou dány fází ovariálního cyklu. Vylučování tohoto hormonu je ovlivněno řadou látek z různých struktur centrálního nervového systému (CNS) (Rob et al., 2019). Klíčovou roli v homeostatickém systému mají estrogény a progesteron, které modulují aktivitu neuronální sítě a kontrolují uvolňování GnRH (Herbison, 2020). Ten je následně transportován do adenohipofýzy, kde aktivuje G-proteinový receptor a stimuluje tak sekreci FSH a LH (Thiyagarajan et al., 2022).

2.1.4.2 Hypofýza

Z předního laloku hypofýzy (adenohipofýzy) jsou vylučovány gonadotropní hormony, tedy LH a FSH (Rob et al., 2019). Zpětnovazebně působí na hypotalamus, což znamená, že jejich nízké dávky stimulují produkci GnRH a vysoké dávky jeho produkci naopak inhibují (Barbu et al., 2021). Účinky LH se uplatňují především na buňky theky (Rob et al., 2019). Stimuluje jejich dělení a produkci androgenů v těchto buňkách (Barbieri, 2014). Dále zvyšuje expresi receptorů pro FSH na buňkách granulózy a má zásadní význam pro ovulaci dominantního folikulu a přeměnu jeho částí na corpus luteum. FSH je nezbytný pro růst a vývoj folikulů. Jeho sekrece je tedy nejvyšší v průběhu prvního týdne folikulární fáze (Pilka et al., 2017). Stimuluje buňky granulózy k dělení

a syntéze enzymů, které zajistí přeměnu androgenů na estrogeny (Barbieri, 2014; Hawkins, & Matzuk, 2008). Díky jeho působení také dochází k expresi receptorů pro LH na buňkách granulózy (Pilka et al., 2017).

2.1.4.3 Ovarium

V ovariu jsou tvořeny steroidní hormony, mezi které se řadí estrogeny, gestageny a v menším množství produkované androgeny (Rob et al., 2019; Roztočil et al., 2011). Jejich produkce je pod vlivem hypofýzy (Barbu et al., 2021). Tvorba estrogenů probíhá zejména v buňkách granulózy a je regulována FSH hypofýzy. Hlavním zástupcem této skupiny je estradiol. Má největší zpětnovazebné působení, a tedy vliv na produkci gonadotropinů (Roztočil et al., 2011). Estrogeny jsou nezbytné pro dozrání Graafova folikulu, proliferaci buněk theky a žlázek endometria a způsobují indukci receptorů pro FSH a LH v buňkách granulózy. Dále jsou zodpovědné za rozvoj sekundárních pohlavních znaků (Pilka et al., 2017). Androgeny vznikají v buňkách theky za působení LH. Slouží jako prekursory estrogenů, jelikož jsou granulózními buňkami za pomoci aromatázy přeměněny na estradiol (Barbieri, 2014; Roztočil et al., 2011). Progesteron je hormon produkovaný v největším množství žlutým tělískem a v těhotenství placentou. Jeho hlavní úlohou je přeměna endometria do sekreční fáze a jeho příprava na implantaci embrya (Barbu et al., 2021; Roztočil et al., 2011). Způsobuje také uvolnění proteolytických enzymů z thekálních buněk a migraci kapilár do stěn folikulu (Pilka et al., 2017). Dále má řadu funkcí nezbytných pro přípravu a udržení těhotenství, jako je potlačení kontrakcí myometria či stimulace proliferace mléčné žlázy (Barbu et al., 2021).

Pokud se hladiny progesteronu nebo estrogenu zvýší, dojde k negativní zpětné vazbě zpět do adenohipofýzy a snížení hladin FSH a LH. Výjimkou je období ovulace, ve kterém hladina ovariálních hormonů dosáhne kritického množství, změní se negativní zpětná vazba na pozitivní a zvýší se produkce LH a FSH, což je podmínkou pro ovulaci. Tento mechanismus zpětné vazby je řízen regulací receptorů GnRH v adenohipofýze (Thiyagarajan et al., 2022).

Ovarium produkuje kromě steroidů i látky nesteroidní povahy, jako je inhibin a aktivin. Inhibin A je produkován žlutým tělískem a inhibin B převážně rostoucími folikuly (Messinis et al., 2014). Jejich funkcí je potlačení sekrece FSH z hypofýzy. Úloha aktivinu je opačná, tedy stimulace produkce FSH (Barbieri, 2014).

2.2 Dysmenorea

„Dysmenorea je označení pro menstruaci provázenou výraznou bolestí a obtížemi, které ženu často vyřazují z pracovní schopnosti“ (Kolář et al., 2009, p. 624). Bolest způsobená dysmenoreou je hlavní příčina opakované krátkodobé školní či pracovní absence u mladých žen v plodném věku, což může mít mimo jiné i ekonomické důsledky (Iacovieds et al., 2015; Sachedina & Todd, 2020). Dále také vede ke zhoršení kvality života, zvyšuje riziko deprese a úzkosti (McKenna, & Fogleman, 2021; Sachedina & Todd, 2020), snižuje schopnost koncentrace a ovlivňuje pravidelnou fyzickou aktivitu (Fajrin et al., 2020).

Dysmenorea se řadí se mezi jednu z nejčastějších gynekologických poruch žen v plodném věku (Iacovides et al., 2015; Serrano-Imedio et al., 2022), přesto však stále není dostatečně prozkoumána. Ženy s touto diagnózou jsou totiž obvykle edukovány, že pociťování bolesti během menstruace je normální a toto mylné tvrzení bývá podporováno i rodinami a poskytovateli zdravotní péče (Al-Jefout, & Nawaiseh, 2016). Důsledkem je nedostatečná diagnostika související s nevyhledáním odborné pomoci (Itani et al., 2022; Serrano-Imedio et al., 2022). V závislosti na patofyziologii se rozlišuje primární a sekundární typ dysmenorey (Itani et al., 2022; Pilka, 2017).

2.2.1 Primární dysmenorea

Pro PD je charakteristická menstruační bolest bez zjevné patologie v oblasti pánve (Iacovides et al., 2015; Karout et al., 2021). Tento typ dysmenorey se nejčastěji vyskytuje u mladých žen před prvním porodem, zpravidla v ovulačních cyklech. Z důvodu absence ovulace časně po menarche obvykle nastupuje následně v období během 6–24 měsíců po první menstruaci (Itani et al., 2022; Roztočil, 2011). Bolest začíná zpravidla na začátku menstruačního krvácení nebo 1–2 dny před ním a trvá 8–72 hodin (Iacovides et al., 2015; Karout et al., 2021). Charakter bolesti nemusí být konstantní, může se projevovat neurčitými tlaky v podbřišku nebo až silnými křečemi vystřelujícími do dolní části zad, na vnitřní stranu stehů či do dolních končetin (Karout et al., 2021; Rob et al., 2019). Roztočil et al. (2011) uvádějí, že bolest je kolikovitá, s trváním koliky 2–3 minuty a velmi vzácně může být až trvalá. Opakuje se v cyklických vzorcích s největší intenzitou první nebo druhý den menstruace (Dawood, 2006; Iacovieds et al., 2015). Časté jsou přidružené somatické příznaky jako je nevolnost, zvracení, průjem, horečka, bolest hlavy, závratě, svalové křeče, bolest v kříži a bederní krajině (LBP), únava nebo i poruchy spánku (McKenna, & Fogleman, 2021; Nunez-Troconis et al., 2021). Karout et al. (2021) zmiňují také symptomy psychologické, kam řadí poruchy nálady, úzkost, depresi, podrážděnost a nervozitu.

2.2.1.1 Prevalence

Dysmenorea je nejvíce poddiagnostikované gynekologické onemocnění (Nunez-Troconis et al., 2021). Celosvětová prevalence PD se pohybuje v rozmezí od 45 do 95 % u žen v reprodukčním věku (Iacovides et al., 2015; Itani et al., 2022). Největší výskyt je mezi 20.–24. rokem života (Dawood, 2006). Rozdíly v četnosti se vysvětlují konkrétní použitou hodnotící metodikou, vybranou populací, věkovou skupinou a etnickým původem žen (Itani et al., 2022). Studie zkoumající prevalenci PD, která zahrnovala 550 studentek z Libanonu s průměrným věkem 21,8 let uvedla její přítomnost u 80,9 %. Podle vizuální analogové škály (VAS) bolesti identifikovalo 56 % studentek svou bolest jako mírnou a 34,6 % jako silnou (Karout et al., 2021).

2.2.1.2 Etiopatogeneze

Existuje mnoho teorií, které se snažily vysvětlit etiologii PD, zahrnující psychologické, anatomické a biomechanické důvody (Serrano-Imedio et al., 2022). I přes velké množství studií není mechanismus vzniku dodnes zcela objasněn. Jako nejrozšířenější vysvětlení se uvádí zvýšená sekrece vazoaktivních prostanoidů v děloze (Barcikowska et al., 2020; Dawood, 2006; Fajrin et al., 2020; Iacovieds et al., 2015; Kulkarni & Deb, 2019; Nunez-Troconis et al., 2021).

Mnoho normálních reprodukčních procesů jako je ovulace, menstruace či implantace embrya vykazuje známky zánětu (Maybin & Critchley, 2015; Nunez-Troconis et al., 2021). Ten je regulován interakcemi mezi hormonálním, cévním a imunitním systémem (Barcikowska et al., 2022). Při zánětlivém procesu se v tkáni hromadí leukocyty uvolňující zánětlivé mediátory (Kannan et al., 2019; Yu et al., 2021). Aktivuje se koagulační a fibrinolytický systém, nastane dilatace cév a edém tkáně napomáhající migraci neutrofilů do tkání. Výsledkem je odstranění tkáňových zbytků, regenerace a obnova funkce sliznice a cév v poškozené tkáni. Změny v endometriu jsou příkladem cyklické zánětlivé aktivity. Před menstruací endometrium vykazuje znaky zánětu jako důsledek zvýšené produkce prozánětlivých látek, jako jsou prostaglandiny, leukotrieny, tromboxany a cytokiny. Reparační mechanismy následně připraví endometrium pro další MC (Nunez-Troconis et al., 2021).

Prostaglandiny jsou syntetizovány z kyseliny arachidonové, která je součástí fosfolipidových membrán (Barcikowska, et al., 2020). Její syntéza je ovlivněna hladinou progesteronu. Vysoká koncentrace progesteronu v luteální fázi stabilizuje hladinu lyzozomů. V případě poklesu progesteronu se v důsledku regrese žlutého tělíska naruší stabilizační účinek a uvolní se enzym fosfolipáza, který hydrolizuje fosfolipidy a dá vznik kyselině arachidonové (Kannan et al., 2019; Nunez-Troconis et al., 2021). Ta se metabolizuje za pomoci enzymu cyklooxygenázy, kdy jako metabolity vznikají právě prostaglandiny (Barcikowska, et al., 2020) Trvalá dostupnost kyseliny arachidonové společně s intracelulární destrukcí a traumatem tkáně

během menstruace podporují produkci prostaglandinů (Iacoviets et al., 2015). Zásadní roli má prostaglandin F2 α , který způsobuje vazokonstrikci cév a konstrikci hladkého svalstva dělohy (Barcikowska et al., 2020; Kulkarni & Deb, 2019). Zvýšené uvolňování prostaglandinů během odlučování endometria tedy způsobí hyperkontraktilitu myometria, kdy jsou kontrakce prolongované, nerytmické a objevují se s vyšší frekvencí. Redukují průtok krve dělohou a spolu s vazokonstrikcí cév vedou k hypoxii až ischemii dělohy (Itani et al., 2022; Nunez-Troconis et al., 2021). Vlivem ischemie se spustí produkce anaerobních metabolitů, které stimulují receptory bolesti (nociceptory) (Kulkarni & Deb, 2019; Nunez-Troconis et al., 2021). Nociceptory mění bolestivé podněty na elektrické signály, které jsou vedeny do CNS, konkrétně do somatosenzorické kůry, kde se vyhodnocují jako bolest (Kannan et al., 2019). Kromě stimulací kontrakcí dělohy jsou prostaglandiny zodpovědné také za kontrakce průdušek či střev a vyvolání nevolnosti, zvracení a průjmu, což jsou časté přidružené symptomy k PD (Kulkarni & Deb, 2019).

Asi 95 % celkového množství prostaglandinů se uvolňuje v průběhu prvních 72 hodin menstruace. Je tomu tak u všech žen nezávisle na přítomnosti dysmenorey. Bylo prokázáno, že celkové množství uvolněných prostaglandinů do menstruační tekutiny za jeden cyklus je vyšší u žen trpících PD oproti ženám bez bolestivé menstruace (Powell et al., 1985). Výzkum Fajrin et al. (2020) potvrdil také korelaci mezi množstvím prostaglandinu F2 α a intenzitou bolesti. Výzkumný soubor tvořilo 21 studentek, z nichž 11 udávalo mírnou a 10 silnou menstruační bolest na VAS. Na základě rozboru žilní krve se potvrdila vyšší průměrná hladina prostaglandinu F2 α u dívek se silnou bolestí.

Roli prostaglandinů v patogenezi dysmenorey podporuje nález jejich vyšší koncentrace u žen s PD ve srovnání se ženami bez bolestivé menstruace, dále podobnost mezi klinickými příznaky PD a nežádoucími účinky při podávání prostaglandinů a účinnost inhibitorů cyklooxygenázy při zmírňování menstruační bolesti (Dawood, 2006; Nunez-Troconis et al., 2021).

Někteří autoři zmiňují také roli vazopresinu v patogenezi PD. Vazopresin, neboli antidiuretický hormon, je produkován hypofýzou. Jeho zvýšené hladiny během menstruace byly nalezeny u žen s PD. Může přispívat k nerytmickým kontrakcím dělohy, snižovat průtok krve a vést k ischemii dělohy, ale jeho účinky v patogenezi PD jsou kontroverzní (Barcikowska et al., 2020; Dawood, 2006; Nunez-Troconis et al., 2021).

2.2.1.3 Rizikové a protektivní faktory

Bylo prokázáno několik faktorů, které zvyšují riziko rozvoje PD. Řadí se mezi ně časná menarche, nuliparita, nepravidelný MC, dlouhé cykly, silná menstruace, krvácení delší než 7 dní, index tělesné hmotnosti nižší než 20 nebo vyšší než 30 kg/m², kouření, častá konzumace alkoholu, stres či výskyt dysmenorey v rodině (Barcikowska et al., 2020; Karout et al., 2021;

Nunez-Troconis et al., 2021). McKenna a Fogleman (2021) uvádějí také souvislost s premenstruačním syndromem a zánětlivým onemocněním pánve. Existují ale i protektivní faktory, jako je zvyšující se věk nad 24 let (Nunez-Troconis et al., 2021), fyzické cvičení či porod (Karout et al., 2021). Juang et al. (2006) zkoumali vliv způsobu porodu na zlepšení závažnosti menstruační bolesti u žen s PD podle VAS. Ukázalo se zmírnění bolesti po prvním porodu u skupin žen se spontánním porodem, předčasným spontánním porodem i císařským řezem. Ženy rodící spontánním porodem v termínu ale vykazovaly největší míru snížení bolesti. U druhého porodu bylo zaznamenáno zmírnění závažnosti bolesti pouze u žen, které rodily spontánně. Třetí porod neukázal žádné signifikantní změny v porovnání s obdobím před porodem. Vysvětlením největšího efektu na snížení bolesti v případě spontánního porodu je, že přirozený porod způsobuje poranění struktur pánevního dna, jehož důsledkem může být pánevní neuropatie a snížení přenosu bolestivé informace do mozku. Navíc dle autorů může mít porod v termínu vliv na snížení produkce prostaglandinů v endometriu.

2.2.1.4 Centrální senzitivace

Bylo zjištěno, že ženy trpící PD jsou v porovnání s kontrolní skupinou žen hypersenzitivní na bolest (Iacovieds et al., 2015; Payne et al., 2019; Vincent et al., 2011). Zvýšená citlivost na bolest se objevuje v průběhu celého MC, tedy jak během menstruace, tak i v nebolestivých fázích cyklu. Projevuje se v oblastech přenesené menstruační bolesti, ale i mimo ně (Iacovieds et al., 2015; Payne et al., 2019). Tyto výsledky podporují fakt, že dysmenorea se pojí s trvalými centrálními změnami ve zpracování bolesti (Payne et al., 2019). Yunus (2007) řadí PD mezi syndromy centrální senzitivace, pro které je typické, že bez jakékoliv strukturální patologie způsobují hyperexcitaci centrálních neuronů, projevující se jako hypersenzitivita na různé podněty. Vzniká na podkladě dlouhodobého nocicepčního vstupu z jakéhokoliv zdroje, včetně myofasciálního či viscerálního (Hoffman, 2011). Podstatou mechanismu vzniku centrální senzitivace je sumace podprahových akčních potenciálů přicházejících z periferie do míchy a uvolnění excitačních aminokyselin a neuropeptidů, které v kombinaci s nízkou aktivitou inhibičních neurotransmiterů způsobí dlouhotrvající depolarizaci v zadních rožích míšních (Slíva et al., 2011). Důsledkem je zvýšení citlivosti na nociceptivní podněty a také rozšíření recepčního pole neuronů (Ambler, 2007; Yamamotová & Papežová, 2010). Pacient může pociťovat bolest také v orgánech nebo myofasciálních strukturách bez jejich patologie (Hoffman, 2011). Dochází k „wind-up“ fenoménu, kdy při opakované stimulaci slabě myelinizovaných bolestivých C vláken neurony vykazují vysokou frekvenci výbojů a postupně zvyšující se odpověď. Z původně nebolestivých podnětů se stávají bolestivé. V oblasti zadních rohů míšních se také reorganizuje zakončení A-beta vláken. Z původního zakončení v laminách III a IV se novotvořená vlákna

dostávají také do laminy II, což zapříčiňuje bolestivou odpověď na mechanickou stimulaci (Ambler, 2007; Yamamotová & Papežová, 2010).

Možným důsledkem dlouhodobého aferentního vstupu jsou funkční a strukturální změny v CNS (Tu et al., 2010; Vincent et al., 2011). Výzkum Tu et al. (2010) objevil změny v objemu šedé hmoty mozkové u pacientek s PD. Její snížený objem byl nalezen v oblastech mozku zapojených do přenosu bolesti a zpracování smyslových vjemů. Naopak nárůst šedé hmoty se projevil v oblastech zapojených do modulace bolesti a regulace endokrinních funkcí. Předpokládá se, že snížení množství šedé hmoty představuje reakci na nadměrný cyklický viscerosenzorický vstup. Iacovides et al. (2015) uvádějí také možnost, že vzniku PD může předcházet změněná struktura či funkčnost oblastí mozku, které se podílejí na zpracování bolesti.

2.2.2 Sekundární dysmenorea

V případě sekundární dysmenorey (SD) se objevuje menstruační bolest, která je způsobena identifikovatelnou pánevní patologií (Iacovides et al., 2015; Karout et al., 2021; Kulkarni & Deb, 2019). Nejčastěji se jedná o endometriózu či adenomyózu, ale příčinou může být i chronické pánevní zánětlivé onemocnění, endometriální polypy, ovariální cysty, děložní myomy či komplikace antikoncepčních nitroděložních tělísek (Karout et al., 2021). Dále také anatomické a funkční abnormality reprodukčních orgánů (Barcikowska et al., 2020). Původ může být i negynekologický – střevní, urogenitální či psychogenní poruchy (Kulkarni & Deb, 2019). Rozvoj tohoto typu dysmenorey může nastat kdykoliv. Obvykle jím trpí starší ženy nad 30 let věku a s narůstajícím věkem má tendenci se zhoršovat (Nunez-Troconis et al., 2021; Kulkarni & Deb, 2019). Charakter bolesti je difúzní a konstantní a na rozdíl od PD není bolest spojována pouze s menstruačním krvácením. Může se vyskytovat při menstruaci, ale i kdykoliv v průběhu MC (Iacovides et al., 2015). Kulkarni a Deb (2019) uvádějí její zhoršení v době menstruace. V závislosti na základním onemocnění se mohou vyskytovat další doprovodné gynekologické příznaky, jako je prodloužené menstruační krvácení, intermenstruační krvácení (Iacovides et al., 2015), dyspareunie, neplodnost, vaginální výtok či střevní a močové symptomy (Nunez-Troconis et al., 2021). Léčba závisí na přítomnosti konkrétní patologie (Itani et al., 2022).

2.3 Funkční poruchy pohybového aparátu žen s primární dysmenoreou

Kolář et al. (2009) poukazuje na provázanost gynekologických onemocnění s funkčními poruchami pohybového aparátu a jejich vzájemného ovlivňování prostřednictvím nervové soustavy. Nosková (2011) uvádí, že patologie muskuloskeletálního aparátu jsou u mladých žen častou příčinou dysmenorey. Také zahraniční literatura dává do souvislosti příznaky dysmenorey a pohybový aparát (Holtzman et al., 2008; Karakus et al., 2022; Proctor et al., 2006; Shermon et al., 2019; Yacubovich et al., 2019).

Funkční poruchy nejčastěji vznikají na podkladě nepřiměřené zátěže, která vede ke zvýšenému napětí tkání a vzniku svalových spouštěvých bodů (TrPs) (Kolář et al., 2009). Příčina ale nemusí být pouze mechanická. Významnou roli hraje také vliv vegetativního nervového systému (VNS), který reaguje na hormonální změny v průběhu menstruačního cyklu (Lewit, 2003). Jeho funkce spočívá mimo jiné v řízení činnosti hladké svaloviny stěny cév a vnitřních orgánů, čímž ovlivňuje jejich cévní zásobení a pohyblivost (Marek et al., 2005). Podkladem pro rozvoj poruchy funkce orgánu je vegetativní dystonie. V případě dělohy převažuje v jejích cévách sympatikotonus, děložní kontrakce jsou zesílené a může docházet k neúplnému vypuzování endometria. Doprovodné jsou také funkční poruchy pohybového aparátu (Kolář et al., 2009).

2.3.1 Viscerosomatické a somatoviscerální vztahy

Somatická a viscerální složka těla bývají od sebe často oddělovány, avšak obě tyto části jsou pomocí nervových vláken propojeny v CNS. Somatická i viscerální senzitivní vlákna jsou v CNS napojeny na interneurony a po zpracování jsou informace přepojeny na vlákna somatomotorická a visceromotorická (Tichý, 2009). Pohybová a orgánová soustava se tedy vzájemně ovlivňují. Mají mezi sebou funkční reciproční vztah založený na vzájemné interakci a regulaci nervového a hormonálního systému (Kolář et al., 2009). Velmi důležitou roli má limbický systém, který přijímá viscerosenzitivní a somatosenzitivní impulzy a vysílá informace na somatomotorická centra v mozkovém kmeni a míše, čímž reguluje svalový tonus. Prostřednictvím spojení s hypothalamem má vliv i na aktivitu VNS a uvolňování hormonů (Véle, 2006).

Vztah mezi vnitřními orgány a pohybovým systémem značně ovlivňuje nocicepce. Hladká i příčně pruhovaná svalovina reagují na nociceptivní podněty zvýšením či snížením svého tonu. Optimální svalový tonus je ale nezbytný pro správnou funkci, zejména motilitu dutých vnitřních orgánů (Kolář et al., 2009). V pohybovém systému se změna tonu projeví v motorickém stereotypu (Lewit, 2003). VNS na bolest reaguje reflexní vazokonstrikcí, která snižuje nutrici

a obranyschopnost oránu. Také klesá produkce endokrinních žláz (Kolář et al., 2009) a na centrální úrovni se mohou projevit změny dýchání a kardiovaskulárních funkcí (Lewit, 2003).

2.3.1.1 Viscerosomatické vztahy

Pro viscerosomatický vztah je charakteristické, že patologie vnitřního orgánu způsobí myofasciální dysfunkci (Hoffman, 2011; Kolář et al., 2009). Pohybový systém je velmi citlivý na stav vnitřního prostředí při jakékoliv nemoci (Véle, 2006). Tichý (2009) uvádí, že vnitřní orgány mohou pohybový systém ovlivnit cestou kontaktní, způsobenou přímým kontaktem orgánu s některou ze struktur pohybového aparátu. Dále cestou metabolickou, kdy poškozený orgán naruší vnitřní prostředí organismu, ústící v systémové projevy. Poslední a nejvíce zmiňovaná je cesta reflexní, zprostředkovaná nervovým systémem.

Podkladem reflexního ovlivnění je fakt, že každý míšný segment inervuje senzitivně a motoricky určitou část těla, jejíž součástí je kůže (dermatom), svaly (myotom), vazy, kosti a klouby (sklerotom), ale také vnitřní orgány (viscerotom) (Mlčoch, 2008; Tichý, 2009). Uplatňuje se koncept viscerosomatické konvergence, kdy nociceptivní aferentní signály z viscerálního onemocnění konvergují se somatickými aferenty v míše (Hoffman, 2011; Kolář et al., 2009). Důsledkem je, že CNS nedokáže rozlišit konkrétní strukturu, ze které nocicepce vychází (Kolář et al., 2009). Viscerální bolest tedy může být přenesena do somatických struktur, které se nacházejí ve stejných segmentech, kterými vstupují viscerální aferentní vlákna z příslušného postiženého orgánu do míchy (Giamberardino et al., 1997; Han & Lee, 2009). V případě dělohy se jedná o segmenty Th11–L1 (Čihák, 2016).

Nociceptivní dráždění z vnitřního orgánu přesahující centrální práh bolesti je podkladem pro reflexní reakci struktur pohybové soustavy, která se projevuje zvýšením svalového tonu jednotlivých svalů či svalových skupin stejného inervačního segmentu (Kolář et al., 2009). Onemocnění orgánu tedy způsobí jistý vzorec reflexních změn (RZ) v pohybovém systému, charakteristických pro konkrétní orgán. Označuje se jako tzv. viscerální vzorec (Kolář et al., 2009; Lewit, 2003; Rokyta & Höschl, 2015). RZ nejčastěji zahrnují blokády obratlů a žeber, svalové spasmy, TrPs, hyperalgické kožní zóny (HAZ) a změny mobility měkkých tkání či jejich lokální prosáknutí (Rokyta & Höschl, 2015). RZ interního původu se vyznačují častými recidivami po jejich ošetření manuální terapií. Frekvence recidiv a rozsah RZ je ukazatelem závažnosti a vývoje interního onemocnění, ale roli hraje i individuální vnímání bolesti (Kolář et al., 2009). Časté je také jejich přetrvávání i po vyléčení primárního interního onemocnění (Rokyta & Höschl, 2015).

Každý orgán má typické rozložení RZ, tudíž má svůj vlastní viscerální vzorec, který může být nápomocný pro diferenciální diagnostiku (Kolář et al., 2009; Rokyta & Höschl, 2015). Orgány ležící ve střední čáře způsobují oboustranné somatické RZ. V případě párových orgánů se oboustranné projevy vyskytují pouze pokud jsou chorobou zasaženy obě strany. Při asymetrickém chorobném procesu se reflexní změny vyskytují ipsilaterálně, stejně jako u asymetricky uložených orgánů. V případě onemocnění dělohy jsou projevy bilaterální (Nelson & Glonek, 2015). Viscerální vzorec zahrnuje blokády dolní bederní páteře od segmentu L3, lumbosakrálního přechodu, SI skloubení a kostrče. Objevuje se svalový hypertonus zejména svalů pánevního dna, vzpřimovačů trupu v oblasti Th/L přechodu a krátkých adduktorů stehna. Typické je oslabení mm. glutei a často také dochází k nutaci pánve. Při dlouhodobém přetrvávání RZ však reaguje celá postura (Kolář et al., 2009). Může docházet k patologickému řetězení a rozvoji kloubních a svalových dysfunkcí po celém těle (Tichý, 2009) a v důsledku dlouhodobého přetěžování pohybového aparátu i k jeho strukturálnímu poškození (Kolář et al., 2009).

2.3.1.2 Somatoviscerální vztahy

Somatoviscerální vztah značí primární poruchu v pohybové soustavě, která sekundárně naruší funkci orgánu (Prokešová, 2017). Uplatňuje se somatoviscerální konvergence, která nastává, když se nociceptivní aferenty ze svalových a somatických struktur sbíhají s viscerálními aferenty v míše a výsledné impulzy jsou přenášeny do orgánů (Hoffman, 2011). „Bolest a onemocnění vnitřního orgánu může simulovat jakákoliv struktura pohybového systému, nejčastější jsou nálezy na páteři a s nimi spojené TrPs ve svalech“ (Kolář et al., 2009, p. 182).

Muskuloskeletální porucha může negativně ovlivnit VNS a funkci vnitřních orgánů (Barcikowska et al., 2022; Côté et al., 2021). Jednou z hypotéz vzniku dysmenorey je mechanická dysfunkce obratlů a snížená pohyblivost míšních segmentů, které jsou zodpovědné za sympatickou a parasympatickou inervaci dělohy. Následkem je narušení sympatické inervace cév vedoucí k vazokonstrikci a snížení průtoku krve dělohou, což vyvolá menstruační bolest (Proctor et al., 2006; Tichý, 2009). Předpokládá se, že obnovení hybnosti páteře pomocí manipulační terapie zlepší prokrvení pánevní oblasti (Proctor et al., 2006). Jako další hypotézu Proctor et al. (2006) uvádějí názor, že dysmenorea vzniká jako přenesená bolest ze struktur muskuloskeletálního aparátu, které jsou inervovány ze stejného míšního segmentu jako děloha. Kolář et al. (2009) považují za zásadní snížení nocicepce z daného segmentu, čímž se sníží aktivita sympatiku a tonus hladké svaloviny, který reflexně snižuje i tonus svaloviny kosterní.

Změnou funkce či struktury pohybového aparátu může dojít až k ovlivnění anatomické polohy orgánu (Kolář et al., 2009). Příkladem je změněné postavení páteře a pánve, které má

za následek nadměrné natažení ligament spojujících dělohu a sakrum a změnu polohy dělohy do retroverze (Karakus et al., 2022). Na základě svého výzkumu toto podporují také Wang et al. (2023) a dodávají, že případná nadměrná retroverze dělohy může zamezit odtoku menstruační tekutiny, vedoucí k lokální zánětlivé reakci a stimulaci děložních kontrakcí způsobujících menstruační bolest. Shermon et al. (2019) spojují vadné držení těla (VDT) a neoptimální svalové napětí v oblasti pánve a dolních končetin se zvýšením bederní lordózy a anteverzí pánve, jehož důsledkem může být zatlačení orgánů do pánevní dutiny a utlačení nervů či omezení krevního a lymfatického oběhu. Prokešová (2017) upozorňuje na důležitou roli svalů pánevního dna, které mohou přispět ke vzniku nebo řetězení funkčních poruch či progresi poruch strukturálních. Dle Hoffmana (2011) hypertonické svaly pánevního dna s TrPs způsobí mechanickou kompresi orgánů a prostřednictvím somatoviscerální konvergence se projeví viscerální symptomy. Pokud se tedy optimalizuje tonus těchto svalů, reflexně dojde k uvolnění spasmu orgánů, hladké svaloviny cév a žláz a zlepšení perfuse (Prokešová, 2017). Častá je také situace, kdy porucha pohybového aparátu aktivuje vnitřní onemocnění, které se nachází ve stádiu latence (Lewit, 2003).

2.3.1.3 Souvislosti s primární dysmenoreou

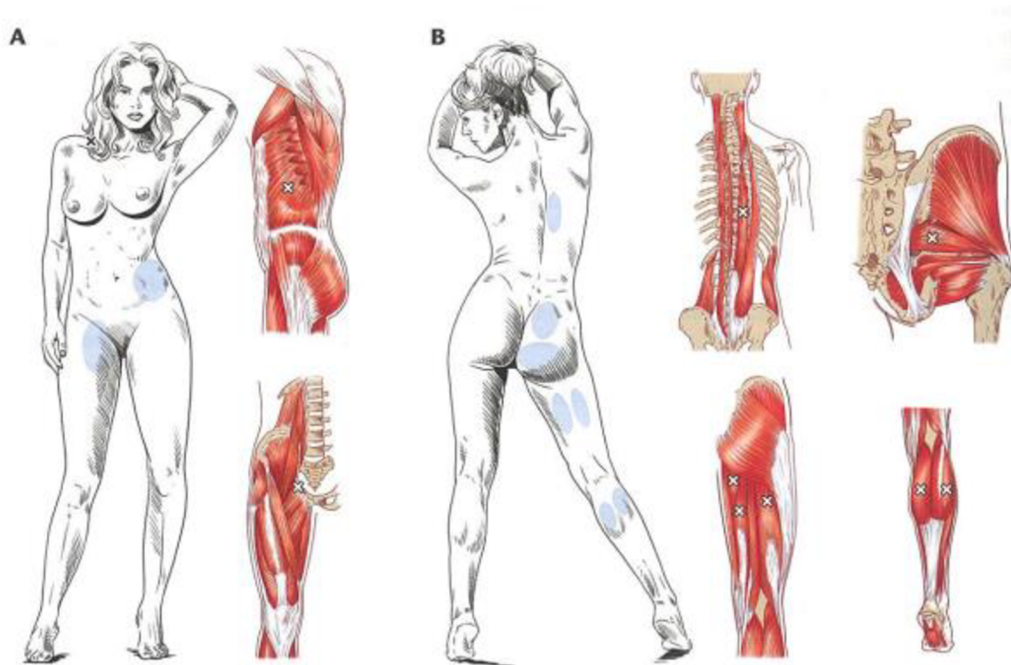
Gynekologická onemocnění jsou ženami často subjektivně pocítována jako bolesti v kříži (Kolář et al., 2009; Lewit, 2003). Lewit (2003) tvrdí, že pokud se u žen s PD objevuje bolest kromě podbřišku také v kříži, je to známka funkční poruchy páteře či pánve. Menstruační bolest bez pánevní patologie je často první klinický příznak funkční poruchy. Nejčastěji je nacházena blokáda v lumbosakrální oblasti a sakroiliakální (SI) posun. Naopak menstruační bolest pocítována pouze v podbřišku značí absenci funkčních poruch pohybové soustavy.

Asi u 50 % žen s dysmenoreou se vyskytují funkční poruchy SI kloubu, zejména SI posun. Charakteristické je asymetrické postavení pánevních kostí. Vždy jde ale o sekundární problém vznikající reflexním mechanismem (Lewit, 2003; Rychlíková, 2016). Může se subjektivně projevit bolestí v kříži se šířením do podbřišku a na vnitřní a zadní stranu stehen a imitovat tak onemocnění vnitřního orgánu (Rychlíková, 2016). V případě PD bývá SI posun způsoben funkční poruchou v lumbosakrální oblasti a spasmem m. iliacus na straně níže uložené spině, palpačně se projevující jako rezistence v podbřišku, která je bolestivá (Lewit, 2003). Dle Rychlíkové (2016) je také doprovázen spasmem m. psoas a svalů pánevního dna v kombinaci s bolestivou kostrčí. Další možnou příčinou SI posunu je blokáda atlantookcipitálního skloubení. To koreluje s tvrzením, že u žen s dysmenoreou se častěji objevují funkční poruchy krční páteře a hlavových kloubů, zapříčínující bolesti hlavy či bolest v kříži statického charakteru (Rychlíková, 2016).

Kloubní blokády souvisí s reflexními změnami nacházejícími se ve svalech a kůži odpovídajícího segmentu (Lewit, 2003). Jejich vznik je podmíněn nocicepční aferentací a rozsah je dán reakcí VNS (Rychlíková, 2016). TrPs v kosterních svalech mohou způsobovat bolest v pánevní oblasti. V gynekologii se mezi nejčastější diagnózy spojované s výskytem TrPs řadí právě dysmenorea, ale také dyspareunie a endometrióza (Serrano-Imedio et al., 2022). Řada studií prokázala výskyt většího množství TrPs u žen s PD ve srovnání s ženami bez bolestivé menstruace (Serrano-Imedio et al., 2022; Yacubovich et al., 2019). Případová studie Yacubovich et al. (2019) potvrdila celkově vyšší výskyt TrPs u žen s dysmenoreou oproti kontrolní skupině. Aktivní TrPs byly nalezeny v m. quadratus lumborum, m. rectus abdominis a paraspinálních svalech bilaterálně. Studie Serrano-Imedio et al. (2022) rozdělila ženy do čtyř skupin podle přítomnosti či nepřítomnosti PD a užívání či neužívání některé z forem antikoncepce. Zúčastnily se ženy užívající antikoncepci perorálně, formou vaginálního kroužku či nitroděložního tělíska. V menstruační fázi se v obou skupinách s dysmenoreou ukázala signifikantně vyšší prevalence TrPs v m. rectus abdominis, m. pubococcygeus a m. ischiocavernosus. Skupina s PD a současnou antikoncepcí také vykazovala vyšší výskyt TrPs v m. gluteus maximus. V ovulační fázi byly nalezeny TrPs v m. ischiocavernosus a m. iliococcygeus u obou skupin žen s PD (Yacubovich et al., 2019). Kolář et al. (2009) popisují jako častou lokalizaci výskytu TrPs mimo jiné také adduktory a zevní rotátory kyčelního kloubu, m. obliquus abdominis externus, ischiokrurální svaly a m. gastrocnemius (Obrázek 2). Ze studie Yacubovich et al. (2019) také vyplývá, že lokální a přenesená bolest způsobená aktivními TrPs reprodukuje bolestivé symptomy u pacientek s PD, ale vyvolává i bolesti podobné menstruačním u žen bez PD. Vysvětlením je, že zóna přenesené bolesti TrPs ze svalů v oblasti břicha, pánevního dna, mm. glutei, m. adductor magnus a m. quadratus lumborum má podobnou lokalizaci jako bolest pociťovaná při menstruaci. TrPs mohou být také přímým zdrojem nociceptivních impulzů, vedoucích ke generalizované hyperalgezií a centrální senzitivizaci (Serrano-Imedio et al., 2022).

Obrázek 2

Nejčastější distribuce TrPs v rámci posturálního vzoru u pacientky s funkční gynekologickou poruchou (Kolář et al., 2009).



Poznámka. A – detail zepředu, TrP v m. obliquus abdominis externus, TrP v adduktorech kyčelního kloubu, B – detail zezadu, TrP v paraspinálních svalech, TrP v m. piriformis, TrPs v ischiokrurálních svalech, TrP v m. gastrocnemius.

2.3.2 Syndrom kostrče a pánevního dna

Dysmenorea je jedním z klinických příznaků kostrčového syndromu. Bolest je ženami typicky pociťována před začátkem a v prvních dnech menstruačního krvácení, a to zejména v oblasti kříže, podbřišku, třísel a vnitřní strany stehen. Mezi další příznaky se řadí také bolesti hlavy či hrudní páteře (Marek et al., 2005). Pro tento syndrom je charakteristický hypertonus a následné zkrácení svalů upínajících se na kostrč, tedy m. cocygeus, m. iliococcygeus a dolní část m. gluteus maximus, který je asymetrický s pravostrannou převahou (Tichý, 2006).

Rozlišuje se primární a sekundární kostrčový syndrom. Primární je způsoben přímým podrážděním kostrče a svalů na ní se upínajících. Častou příčinou je pád, přirozený porod nebo otlak kostrče při dlouhodobém sezení či jízdě na kole (Tichý, 2006). Typické je funkční řetězení poruch, které zahrnuje blokádu SI kloubu, spasmus m. psoas major, asymetrii pánve a bederní páteře, spasmus adduktorů kyčelního kloubu s výskytem TrPs (Marek et al., 2005) a dysfunkci pravého kyčelního kloubu (Tichý, 2006). Autoři také zmiňují jako charakteristický příznak přítomnost zafixované nutace pánve. Ta může být způsobena ale i funkčními poruchami jiné

oblasti pohybového aparátu (Marek et al., 2005; Tichý, 2006). Příčina sekundárního kostrčového syndromu se vyskytuje mimo pohybový systém. Nejčastěji se jedná o onemocnění orgánů malé pánve, kdy k podráždění kostrče a zvýšenému napětí okolních svalů dochází buď přímým kontaktem mezi pánevními orgány a svaly pánevního dna, nebo nervově reflexní cestou. Výsledkem je pak napodobení primárního syndromu mající prvotní příčinu v pohybové soustavě (Tichý, 2006).

2.3.3 Fixovaná nutace pánve

Častým nálezem u pacientek s gynekologickými afekcemi je fixovaná nutace pánve (Kolář et al., 2009; Prokešová, 2017) s jednostranným či oboustranným spasmem svalů pánevního dna (Kolář et al., 2009). Kapandji (1993) popisuje nutaci jako pohyb, kdy se sakrum otáčí kolem osy tvořené axiálním vazem, takže promontorium se pohybuje inferiorně a anteriorně, zatímco vrchol sakra a špička kostrče se pohybují posteriorně. Jedná se tedy o pohyb kostí pánevních a sakra vůči sobě, v jehož důsledku se mění tvar celé pánve při střídavých pohybech dolních končetin jako je chůze. Na straně stejné nohy se pánevní kost pohybuje do anteverze a druhostranná pánevní kost rotuje kolem svislé osy (Tichý, 2006).

Při fixované nutaci je pánev zablokovaná v jedné z krajních pozic fyziologické nutace (Tichý, 2006). Spasmus svalů pánevního dna rotuje pánevní kost v sagitální a transverzální rovině a pohyb druhostranné pánevní kosti je prostřednictvím symfýzy vychylován do opačných směrů (Kolář et al., 2009). Projevem je nestejná výška předních a zadních horních spin při stožení. Ve většině případů se nachází zadní levá a přední pravá spina výše (Kolář et al., 2009; Marek et al., 2005). Následkem je zkrácení m. coccygeus a omezení pohybu v SI kloubu. Typicky je přítomna bolest při tlaku na spojení mezi sakrem a kostrčí a ligamentum sakrotuberale. V m. gluteus maximus, zevních rotátorech a adduktorech kyčelního kloubu na straně výše uložené přední spiny se objevují TrPs. Současně může být přítomna také hypotonie gluteálního svalstva a neschopnost dlouhodobé statické zátěže (Kolář et al., 2009). Další funkční poruchy pojící se s fixovanou nutací pánve je blokáda Th/L přechodu a s tím spojený jednostranný spasmus m. rectus abdominis, m. quadratus lumborum, a m. iliopsoas (Kolář et al., 2009; Marek et al., 2005) a blokády hlavových kloubů způsobujících bolesti hlavy (Kolář et al., 2009).

2.3.4 Postavení pánve a páteře

Některé studie potvrdily změny v postavení páteře a pánve žen s PD. Ve výzkumu Wang et al. (2023) byly měřeny parametry bederní lordózy, hrudní kyfózy, pánevní incidence a sakrálního sklonu za pomoci posteroanteriorního rentgenového snímku. Pánevní incidence

vyjadřuje úhel mezi hlavicemi femurů a kolmicí, která prochází středem sakrální lišty S1 a sakrální sklon je měřen mezi kraniální lištou S1 a horizontálou (Kolář et al., 2009). Výsledky výzkumu ukazují menší stupeň bederní lordózy, pánevní incidence a sakrálního sklonu žen s PD oproti kontrolní skupině. Při hodnocení těchto parametrů v závislosti na intenzitě bolesti měřené na VAS se projevil větší sakrální sklon a pánevní incidence u žen, které pociťovali mírnou menstruační bolest oproti ženám se středně silnou bolestí. Na základě výsledků se předpokládá, že nižší hodnota sakrálního sklonu a pánevní incidence souvisí s větší intenzitou menstruační bolesti. Autoři se domnívají, že nižší hodnoty těchto parametrů mohou být spojeny s omezeným prostorem v pánvi a retroverzí dělohy, což by mohlo bránit v odtoku menstruační tekutiny a přispívat k rozvoji zánětlivé reakce (Wang et al., 2023).

Ve výzkumu Kim et al. (2016) se ve skupině žen s bolestivou menstruací projevil větší stupeň torze pánve. Všechny ostatní měřené parametry nevykazovaly statisticky významný rozdíl. Torze pánve se pojí SI posunem a hyperonem m. iliacus a zevních rotátorů kyčelního kloubu (Kolář et al., 2009).

2.3.5 Insuficience hlubokého stabilizačního systému páteře

Podle Panjabiho (1992) je stabilizace páteře zajištěna interakcí mezi třemi subsystémy – aktivním, pasivním a neurálním. Pasivní muskuloskeletální subsystém zahrnuje obratle, meziobratlové ploténky, fasetové klouby, kloubní pouzdra a vazy páteře. Svaly a šlachy páteře se řadí do subsystému aktivního. Poslední je neurální, který je tvořen CNS přijímajícím informace z receptorů. Pouze pasivní struktury nezabezpečují dostatečnou stabilitu sousedních obratlů (Lewit & Lepšíková, 2008), a proto je nutná dynamická koordinovaná aktivita synergistických a antagonistických svalů a regulace nitrobřišního tlaku CNS (Frank et al., 2013). Pro soubor svalů zajišťujících statickou a dynamickou stabilizaci páteře Kolář používá pojem HSS páteře (Rychlíková, 2016). Řadí do něho krátké extenzory páteře, zejména m. multifidus, břišní svaly, bránici, pánevní dno a v oblasti krční a horní hrudní také hluboké flexory a extenzory (Kolář & Lewit, 2005). Aktivita těchto svalů je automatická (Frank et al., 2008) a předchází účelným pohybům končetin (Frank et al., 2013; Madle et al., 2022). Velmi důležitá je role bránice, která plní funkci jak respirační, tak posturální a v kombinaci s aktivitou pánevního dna a m. transversus abdominis reguluje nitrobřišní tlak, který zajišťuje sagitální stabilizaci páteře (Frank et al., 2013) a snižuje kompresní zatížení. Aktivita břišní stěny a velikost nitrobřišního tlaku závisí na postuře a specifickém úkolu (Madle et al., 2022). Rychlíková (2016) udává, že správná aktivita HSS je ovlivněna také postavením pánve a hrudní páteře.

Jako možnou příčinu funkčních poruch pohybového systému souvisejících s dysmenoreu Kolář et al. (2009) zmiňují právě insuficienci HSS. Porucha koordinace těchto struktur naruší regulaci nitrobřišního tlaku, stejně tak i dechový stereotyp a vede k rozvoji VDT (Kolář et al., 2009). Dojde k porušení centrované polohy kloubů a optimálnímu přenosu zátěže. Kompenzačně se zvyšuje aktivita povrchových extenzorů a dysbalance mezi horní a dolní muskulaturou hrudníku (Frank et al., 2013). Důsledkem je nepřiměřené zatížení kloubů a vazů páteře a přetěžování určitých segmentů (Kolář & Lewit, 2005). Reakcí pohybového systému je tvorba reflexních změn (Kolář et al., 2009). U žen hraje roli i fáze MC z důvodu hormonálně podmíněné změny mechanických vlastností tkání (Leblanc, et al., 2017). Kloubní blokády, TrPs, omezená protažitelnost fascií a narušený pohybový stereotyp jsou znakem kompenzace při neoptimální funkci HSS (Suchomel, 2006). Také roste nocicepce, na kterou vegetativní systém reaguje vazokonstrikcí vedoucí k hypoxii a produkci mediátorů, které stimulují receptory bolesti (Kolář et al, 2009).

Případová studie Karakus et al. (2022) zkoumala vytrvalost svalů trupu pomocí McGill testu v polohách flexe, extenze a laterální flexe páteře, dále tloušťku břišních a zádových svalů s využitím ultrasonografie a mobilitu páteře v sagitální a frontální rovině vyšetřovanou ve stoji přístrojem Valedo Shape. Porovnávány byly ženy s PD a kontrolní asymptomatická skupina. Výsledky ukázaly nižší vytrvalost svalů trupu a v korelaci s tím také menší tloušťku m. transversus abdominis, m. abdominis internus a externus, m. multifidus a bránice skupiny žen s PD. Pohyblivost bederní páteře ve frontální rovině byla ve skupině s PD nižší, stejně tak jako pohyblivost pánve v sagitální rovině.

2.4 Chůze

Typickým znakem všech živočišných druhů je schopnost lokomoce (Kračmar et al., 2016; Neumannová et al., 2015). Je to přesun těla z jednoho místa na druhé pro zajištění základních životních funkcí a potřeb, uskutečňovaný různým způsobem (Kračmar et al., 2016; Véle, 2006). Základní formou lokomoce člověka je chůze (Fadilliglu et al., 2020; Kolář et al., 2009; Vařeka et al., 2018). Přes to, že není jasně daná jedna definice, existuje mnoho popisů (Neumannová et al., 2015). Dle Koláře et al. (2009) je chůze základní lokomoční stereotyp vybudovaný v ontogenezi na fylogeneticky fixovaných principech. Hlavním cílem je bezpečný a efektivní přesun těla (Esquenazi, 2014). Pro lidskou bipedální lokomoci je charakteristický zkřížený pohyb ve vertikále, na kterém se podílí funkce svalů trupu a autochtonní muskulatury pro zajištění střídavého pohybu dolních končetin (Skaličková-Kováčiková, 2020). Podle Perry a Burnfield (2010) je při chůzi využíváno opakované sekvence pohybů končetin k pohybu těla vpřed a zároveň k udržení posturální stability. Jedna dolní končetina (DK) slouží jako mobilní zdroj podpory, zatímco druhá DK se posouvá na nové místo a připravuje se pro další oporu. Následně se jejich role vymění (Perry & Burnfield, 2010). Minimálně jedno chodidlo je tedy vždy v kontaktu s podložkou (Neumannová et al., 2015; Svoboda et al., 2020; Whittle, 2007).

Lidské tělo se během chůze neustále nachází v nerovnovážném stavu (Kračmar et al., 2016; Yamin et al., 2022). Pro udržení stability je klíčová vertikální projekce těžiště těla do opěrné báze (Yamin et al., 2022; Yim et al., 2018). Při dopředném pohybu však dochází k dočasnému vychýlení těžiště směrem před opěrnou bázi, čímž je rovnováha narušena (Luengas-C et al., 2015). Schopnost udržení rovnováhy je zásadní pro posturální stabilitu (Vařeka, 2002).

Lidská lokomoce je výsledkem interakce mezi CNS, periferním nervovým systémem a muskuloskeletálním efektorovým systémem (Nandy et al., 2021). Její kvalita je dána délkou kroku, schopností okamžitého zastavení na povel a změny směru (Skaličková-Kováčiková, 2020). Pro efektivní chůzi musí být zajištěna vzpřímená a stabilní postura, koordinovaný pohyb dolních končetin a pro přenos hmotnosti těla také jejich střídavá opora a dostatečná svalová síla (Whittle, 2007). Z vnitřních faktorů je nezbytný adekvátní svalový tonus, intaktní kostní tkáň, funkční klouby a přítomnost zpětných informací ze zrakového, vestibulárního a senzomotorického aparátu. Při poruše funkce některého ze zmíněných systémů se rozvíjí patologický vzor chůze (Neumannová et al., 2015). Onemocnění či úraz tak může narušit koordinaci, rychlost a přizpůsobivost pohybového projevu (Perry & Burnfield, 2010). Dle Akhtaruzzaman et al. (2016) je abnormální chůze jednou z hlavních příčin většiny tělesných problémů jako jsou bolesti zad a kloubů dolní poloviny těla a také přetížení svalů.

Každý jedinec má svůj individuálně charakteristický způsob chůze (Kolář et al., 2009; Neumannová et al., 2015; Véle, 2006), jehož charakter je formován učením a adaptačními mechanismy na zevní, vnitřní nebo patologické vlivy (Véle, 2006). Koordinaci chůze ovlivňuje celá řada aspektů, jako je energetická úspornost, anatomické limity, psychický stav, motivace, metabolické a hormonální změny či nocicepce (Vařeka et al., 2018). Neopomenutelný je také vliv vnějších podmínek (Neumannová et al., 2015).

2.4.1 Řízení lidské lokomoce

Pohyb je složen z jednotlivých pohybových vzorů (Véle, 2006). Podle profesora Vojty jsou základní pohybové vzory geneticky programovány v CNS (Kolář et al., 2009). Véle (2006) uvádí, že elementární pohybové vzory jsou uchovány v míše. Složitější programy zodpovědné za udržení vzpřímené polohy těla při lokomoci se nalézají v podkorových centrech mozku a složité ideomotorické programy v asociačních oblastech mozkové kůry (Kračmar et al., 2016).

Lidský pohyb je řízen za pomoci hierarchicky uspořádaných úrovní – autonomní, spinální, subkortikální a kortikální. Autonomní úroveň kontroluje základní životní funkce a vnitřní orgány (Véle, 2006). Řízení na spinální úrovni probíhá reflexně (Field-Fote et al., 2017). Na základě aferentních informací z receptorů dochází k ovlivnění svalového tonu (Neumannová et al., 2015) a reciproční inhibici mezi agonisty a antagonisty nezbytnou pro fázický pohyb (Véle, 2006). Dříve existovalo přesvědčení, že krokové pohyby jsou prováděny reflexně (Vařeka et al., 2016). Na konci 19. století se díky pokusům na zvířatech, kterým byla přerušena mícha, prokázala přítomnost specializovaných míšních center generujících rytmické pohyby končetin bez vlivu vyšších etáží CNS a aferentních signálů (Guertin, 2009; Vařeka et al., 2016). Tyto specializované sítě neuronů se označují jako centrální generátory vzorů (Central Pattern Generators, CPGs). Za laboratorních podmínek produkují opakované rytmické signály nezávisle na vyšších etážích CNS a bez nutnosti sensorické zpětné vazby. Ve zdravém organismu je však jejich funkce těmito faktory modifikována (Vařeka et al., 2016). Uplatňují se při lokomoci, ale i dalších rytmických pohybech jako je dýchání, žvýkání či srdeční rytmus (Lacquaniti et al., 2012; Vařeka et al., 2016). Aktivace CPGs je zajištěna mezencefalickou lokomoční oblastí, která také udává konkrétní typ lokomoce (Kračmar et al., 2016). O přítomnosti CPGs u lidí existují pouze nepřímé důkazy (Di Russo et al., 2023; Vařeka et al., 2016). Předpokládá se ale jejich přítomnost pro každou končetinu, jejichž spojením dojde ke koordinaci motoriky mezi horními a dolními končetinami (Kračmar et al., 2016).

Subkortikální úroveň řízení pohybu zahrnuje centra v prodloužené míše, mozkovém kmeni, thalamu, hypothalamu, bazálních gangliích a mozečku. Zásadně ovlivňují posturální

funkce a pohybové vzory. Vyhodnocují senzorké vstupy a vytváří motivaci k pohybu a hrubý pohybový záměr (Véle, 2006). Také ovládají iniciaci a terminaci rytmické aktivity (Kračmar et al., 2016). Kortikální úroveň řídí volní ideokinetickou motoriku a realizuje tak představu pohybu (Véle, 2006). Pro koordinovaný pohyb končetin je nezbytná také zpětná vazba ze zrakových, vestibulárních a propioceptivních sensorů (Hausdorff, 2008). Cílem řízení chůze je dosažení určitého cíle bez zbytečných energetických ztrát a nadměrného přetížení nebo poškození pohybových struktur (Vařeka et al., 2018).

2.4.2 Chůzový cyklus

Základní jednotkou chůze, jakožto cyklického pohybu, je chůzový cyklus (Gait Cycle, GC) (Neumannová et al., 2015; Vařeka et al., 2018). Jeden GC, neboli dvojkrok, je interval mezi dvěma stejně se opakujícími jevy v průběhu chůze. Je zahájen počátečním kontaktem jedné končetiny s podložkou a ukončen opětovným počátečním kontaktem stejné končetiny (Svoboda et al., 2020).

Každý GC se dělí na dvě fáze – stojnou a švihovou (Obrázek 3). Stojná fáze je období, kdy je chodidlo v kontaktu s podložkou. Zaujímá asi 60 % délky GC. Švih se vztahuje na dobu, kdy je chodidlo ve vzduchu při pohybu končetiny a zabírá zbylých 40 % délky cyklu (Perry & Burnfield, 2010). Stojná fáze může být ještě dělena na jednooprovou a dvouoporovou fázi (Di Gregorie & Vocenas, 2021). Ve fázi jedné opory je v kontaktu s podložkou pouze jedna DK a trvá po takovou dobu, jako švihová fáze na druhé DK (Svoboda et al., 2020). Fáze dvojí opory je charakterizována kontaktem obou dolních končetin s podložkou (Di Gregorie & Vocenas, 2021). V průběhu cyklu nastává dvakrát (Neumannová et al., 2015; Whittle, 2007). Na začátku a na konci stojné fáze je vždy časový úsek dvojí opory a každý z nich zaujímá přibližně 10 % celkové délky GC (Luengas-C et al., 2015; Whittle, 2007). Tyto charakteristiky se mění v závislosti na rychlosti chůze. S vyšší rychlostí chůze se švihová fáze prodlužuje a stojná fáze spolu s fází dvojí opory se naopak zkracuje (Whitte, 2007).

Perry a Burnfield (2010) dělí každou z fází GC na několik subfází:

Stojná fáze:

- Počáteční kontakt (initial contact)
- Přenos zátěže (loading response)
- Mezistoj (mid-stance)
- Koncový stoj (terminal stance)
- Předšvih (preswing)

Švihová fáze:

- Počáteční švih (initial swing)
- Mezišvih (mid-swing)
- Koncový švih (terminal swing)

Počáteční kontakt je okamžik, kdy se chodidlo dotkne podložky. Zaujímá první 2% délky cyklu. Při fyziologické chůzi dochází k úderu paty, která se stává středem otáčení pohybu těla (Neumannová et al., 2015). Měkké tkáně pod patou tak napomáhají k absorpci sil při dopadu (Vařeka et al., 2018). V této fázi je pánev orientována v rovině, a to jak sagitálně, tak frontálně. V transversální rovině je rotována směrem dopředu v rozsahu 5 ° (Perry & Burnfield, 2010). Kyčelní kloub se v polovině fáze dostává do maximální flexe (Whittle, 2007) a kolenní kloub do maximální extenze, která se po dopadu mění na mírnou flexi. Hlezenní kloub se nachází v neutrální pozici nebo mírné dorzální či plantární flexi (Neumannová et al., 2015).

Postupné zatěžování je období dvojí opory mezi počátečním kontaktem jedné DK a odrazem palce druhé DK (Whittle, 2007). Trvá v intervalu od 2 % do 12 % GC. Cílem této fáze je zpomalení pohybu těla, stabilizace pánve a přizpůsobení se na zatížení (Neumannová et al., 2015). Těžiště těla se stejně jako v předchozí fázi nachází nejnižší (Svoboda et al., 2020). Pánev pokračuje do maximální stejnostranné rotace dopředu a horní část trupu reaguje kontrarotací (Neumannová et al., 2015). Zatížení stojné končetiny se pojí s posunem křížové kosti dopředu ve dvakrát větším rozsahu, než je posun trupu, konkrétně Th 10. Současné odlehčení kontralaterální končetiny vede k poklesu pánve na této straně (Perry & Burnfield, 2010). Ten ale minimalizuje excentrická kontrakce m. gluteus medius a stabilizuje tak pánev ve frontální rovině (Neumannová et al., 2015). Velikost flexe v kyčelním kloubu se zmenšuje a pozice mírné flexe v koleni přispívá absorpci nárazu. Hlezenní kloub se pohybuje do plantární flexe a tibie se posouvá vpřed (Perry & Burnfield, 2010).

Mezistoj je první část jednooporové fáze. Začíná zvednutím švihové DK a trvá do okamžiku přenesení tělesné hmotnosti na předonoží stojné DK (Perry & Burnfield, 2010). Dle Neumannové et al. (2015) a Vařeky et al. (2018) je tato fáze ukončena zvednutím paty stojné DK. Zabírá od 12 % do 31 % GC (Perry & Burnfield, 2010). Těžiště těla se dostává do maximální výšky a přechází přes opěrnou bázi (Svoboda et al., 2020). Trup se vrací do neutrální pozice a následně se posouvá laterálně nad stojnou končetinu (Perry & Burnfield, 2010). Na straně švihové nastává maximální pokles pánve ve frontální rovině (Neumannová et al., 2015). V transversální rovině se pánev vrací do neutrály a v druhé polovině této fáze mění směr rotace na opačnou stranu (Perry & Burnfield, 2010). Kyčelní i kolenní kloub se pohybují do extenze (Perry & Burnfield, 2010; Whittle, 2007). Při fyziologii je celé chodidlo v kontaktu s podložkou a střed otáčení se přesouvá

na hlezenní kloub (Neumannová et al., 2015). Tibie pokračuje v dopředném pohybu, což zvyšuje dorsální flexi hlezna (Perry & Burnfield, 2010).

Koncový stoj trvá v rozmezí 31–50 % GC a ukončuje fázi jedné opory. Je zahájen odlepením paty stojné DK a ukončen, když se švihová DK dotkne podložky (Perry & Burnfield, 2010). Těžiště, které je již před opěrnou bází klesá z nejvyššího bodu směrem dolů a jeho pohyb se zrychluje (Svoboda et al., 2020). Díky setrvačnosti se je reakce axiálních segmentů zpožděná, čímž dochází k maximální rotaci vzad a anteriornímu sklonu pánve (Perry & Burnfield, 2010). Kolenní kloub se opět dostává do flexe. Pohyb tibie je zastaven aktivitou plantárních flexorů a tělesná hmotnost se přesouvá na předonoží (Neumannová et al., 2015; Perry, & Burnfield, 2010).

Předšvih tvoří druhý časový úsek fáze dvojí opory, který zaujímá 50–62 % GC. Je vymezen kontaktem kontralaterální DK a okamžikem zvednutí palce ipsilaterálního chodidla (Perry & Burfield, 2010). Tělesná hmotnost se přesouvá na druhostrannou DK (Svoboda et al. 2015). Těžiště se opět vrací do nejnižšího bodu a při odlehčení původní stojné končetiny pánve na této straně poklesne (Perry & Burnfield, 2010). Přenos hmotnosti těla se pojí s abdukci kyčelního kloubu a jeho pohybem do flexe. V pohybu do flexe pokračuje i koleno a hlezenní kloub se dostává do maximální plantární flexe (Neumannová et al, 2015).

Počátečním švihem začíná švihová fáze GC. Počáteční švih zabírá interval 62–75 % GC, který se počítá od zvednutí chodidla od podložky do doby, než se švihová končetina dostane na úroveň vedle stojné DK. V této fázi začíná relativní náklon pánve dozadu (Perry & Burnfield, 2010). Kyčelní kloub pokračuje v pohybu do flexe, stejně tak jako kolenní kloub, který se dostává do maxima tohoto pohybu. V hlezenním kloubu je po předešlé maximální flexi zahájen pohyb do opačného směru (Neumannová et al., 2015).

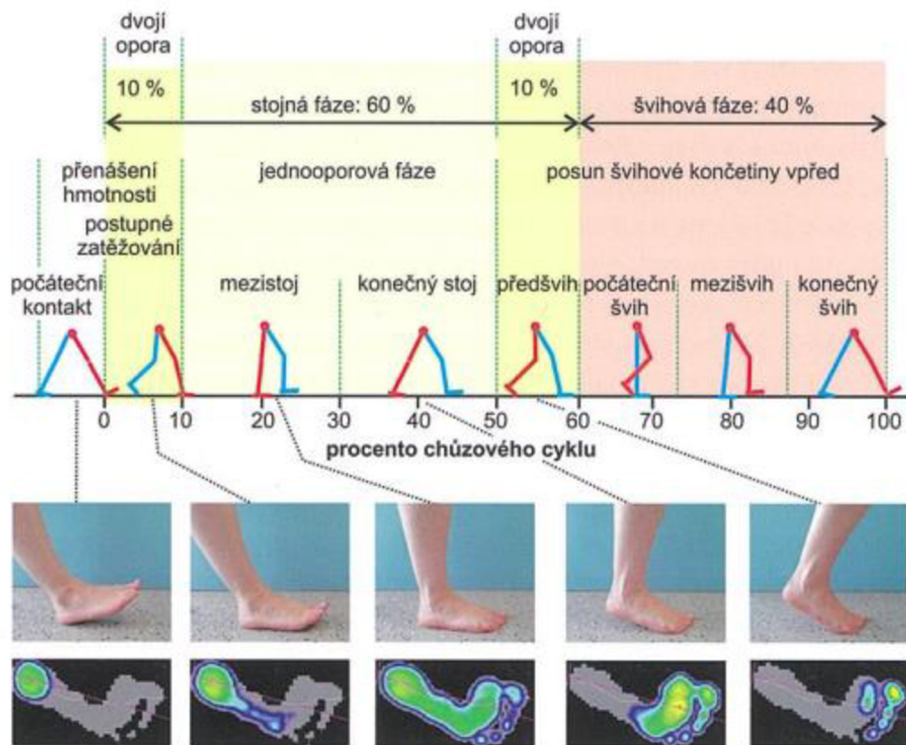
Mezišvih zaujímá od 75 % do 87 % GC. Začíná v okamžiku, kdy švihová DK míjí stojnou a trvá do okamžiku, než se tibie dostane do vertikálního postavení. V transverzální rovině se pánve vrací do neutrálního postavení a začíná rotovat směrem dopředu. Kyčel se díky pokračující flexi dostane před linii těla. Kolenní kloub se vlivem gravitace dostává do extenze a hlezenní kloub se z dorzální flexe vrací do neutrály (Perry & Burnfield, 2010).

Koncový švih je poslední interval GC trvající od 87 % do 100 %. Jeho počátkem je vertikální postavení tibie a ukončen je dotekem chodidla podložky (Perry & Burnfield, 2010). Cílem je zaujetí optimální pozice pro následující počáteční kontakt (Svoboda et al., 2020). Na začátku této fáze je těžiště těla v nejvyšší úrovni a v průběhu klesá dolů. Na ipsilaterální DK pánve klesá, naklání se anteriorně v sagitální rovině o 3° a v transverzální rovině je v maximální rotaci dopředu v rozsahu 5° (Perry & Burnfield, 2010). Pro následný kontakt DK s podložkou je nezbytné zpomalení dopředného pohybu kyčle excentrickou kontrakcí hamstringů, extenze kolenního kloubu a neutrální poloha hlezna (Neumannová et al., 2015). V případě patologie

chůze se časové rozdělení jednotlivých fází může lišit ve srovnání se zdravými jedinci nebo mohou některé fáze zcela chybět (Wu et al., 2022).

Obrázek 3

Fáze chůzového cyklu (Neumannová et al., 2015).



2.5 Analýza chůze

Chůze je často využívána jako způsob kvantifikace fyzických funkcí, kvality života a zdravotního stavu, jelikož změny v jejím provedení korelují s některými kognitivními poruchami, zvýšeným rizikem pádů a předčasnou úmrtností (Herssens et al., 2020). Vliv na chůzi mají také poruchy pozornosti a exekutivních funkcí, které se pojí s její pomalejší rychlostí a častějšími pády (Stöckel et al., 2015). Cílem výzkumu v oblasti chůze je zlepšení porozumění chůzovému cyklu a zdokonalení lékařské diagnostiky a léčby (Whittle, 2007), jelikož i drobná změna, která nemusí být vizuálně pozorovatelná, může být významná pro posouzení vlivu lékařské intervence (Nandy et al., 2021). Analýza chůze se zaměřuje především na pohyb v sagitální rovině, tedy flexi a extenzi, který se odehrává v největším ROM a zabezpečuje dopředný pohyb těla (Earls, 2014; Vařeka, et al., 2018). Chůze je ale kombinací pohybu ve všech třech anatomických rovinách. Pohyb ve frontální a transversální rovině je menšího rozsahu, ale stejné důležitosti (Earls, 2014; Perry & Burnfield, 2010).

Analýza pohybu se provádí pomocí metod, které mohou být rozděleny na kvalitativní a kvantitativní (Janura & Zahálka, 2004; Nandy et al., 2021). Kvalitativní analýza hodnotí pohyb bez měření konkrétních fyzikálních veličin. Řadí se tam v klinické praxi často používané vyšetření chůze aspekci (Janura & Zahálka, 2004). Aspekční hodnocení má ale značné nevýhody. Nejen že neumožňuje přesnou kvantifikaci parametrů, ale také je velmi subjektivní a jeho kvalita závisí na zkušenostech vyšetřující osoby (Neumannová et al., 2015; Whittle, 2007). Z toho vyplývá jeho nízká reliabilita (Nandy et al., 2021). Objektivizace analýzy chůze vyžaduje použití kvantitativních metod, které pracují s konkrétními hodnotami (Janura et al., 2012). Podle měřené veličiny se v biomechanické analýze využívají dynamické a kinematické metody. V případě dynamických metod je měřena síla a její účinky, které na člověka působí (Janura & Zahálka, 2004). Kinematické hodnocení poskytuje popis změn polohy segmentů bez ohledu na sílu, která ho vytváří (Esquenazi, 2014).

2.5.1 Kinematická analýza chůze

Podstatou kinematické analýzy je určení vzájemné polohy jednotlivých segmentů těla a jejich pohybu v prostoru. V dnešní době se nejčastěji používají takové kinematické metody, které konkrétní veličinu sledují pomocí zobrazení a následně pracují s vyhodnocením záznamu pohybu (Neumannová et al., 2015; Svoboda & Janura, 2010). Nejmodernější z této skupiny přístrojů jsou optoelektronické systémy, které jsou široce využívány pro biomechanickou analýzu chůze v laboratorním prostředí (Svoboda & Janura, 2010; Smirnova et al., 2022). Tyto systémy vyhodnocují záznam pohybu určením souřadnic vybraných bodů na sledovaném

objektu (Janura & Zahálka, 2004). Pro určení souřadnic jsou na povrch kůže v anatomických místech, která reprezentují činnost pod nimi ležících kloubů, umístěny optické senzory – značky nebo sady značek (clustery) (Janura et al., 2012; Perry & Burnfield, 2010), nejčastěji ve tvaru koule (Janura & Zahálka, 2004). Ty mohou být buď aktivní v podobě emitörů světla či pasivní, odrážející dopadající světlo (Janura et al., 2012; Neumannová et al., 2015). Pohyb značek je zaznamenáván kamerami. Následným označením bodů na záznamu pohybové činnosti jsou získány rovinné souřadnice, nezbytné pro určení kinematických veličin, mezi které se řadí úhel, úhlová rychlost, úhlové zrychlení a čas (Janura & Zahálka, 2004). Pro určení polohy bodů je ovšem nutné stanovit souřadnicový systém. Nejčastěji je využíván kartézský systém souřadnic (Janura et al., 2012).

Jedním z optoelektronických systémů je Vicon. Hodnotí pohyb ve třech rovinách a zprostředkovává tak 3D analýzu pohybu (Janura et al., 2012). Trojrozměrné hodnocení vyžaduje umístění třech značek na měřený segment tak, aby neležely na jedné přímce (Huthwelker et al., 2023; Svoboda et al., 2020). Tyto značky jsou sledovány kamerami, které zaznamenávají jejich okamžité dvourozměrné souřadnice (Perry & Burnfield, 2010). Zjištění prostorových souřadnic však vyžaduje znalost rovinných souřadnic konkrétního bodu minimálně ze dvou různých kamer (Janura et al., 2012). Pro záznam bilaterálních dat pohybu při normální rychlosti chůze je nutné použití 6–8 kamer za předpokladu dobré viditelnosti značek (Perry & Burnfield, 2010). Systém Vicon využívá značky potažené reflexním materiálem, které odrážejí infračervené záření emitované z kamer zpět do objektivu (Neumannová et al., 2015; Perry & Burnfield, 2010). V případě použití pasivních značek je jejich poloha hodnocena poloautomaticky (Svoboda & Janura, 2010). Po zaznamenání statické polohy subjektu je označení umístění značek konkrétního segmentu provedeno v počítači manuálně. Při záznamu chůze je pak toto označení segmentů automaticky použito (Perry & Burnfield, 2010). Nezbytná je také kalibrace kamer a prostoru, bez čehož není možné přesné měření vzdálenosti (Whittle, 2007) a transformace souřadnic k převedení rovinných do prostorových hodnot (Janura et al., 2012). V laboratořích chůze může být kinematická analýza chůze kombinována s dynamickými systémy a elektromyografií (EMG) (Whittle, 2007).

2.5.1.1 Výhody a nevýhody

Trojrozměrná analýza pohybu za pomoci optoelektronických systémů je široce využívanou metodou (Pfister et al., 2014). Jedná se o velmi moderní technologie, které umožňují komplexně zhodnotit pohyb jednotlivých segmentů těla během chůze v rámci jednoho měření (Svoboda & Janura, 2010). Hlavní výhody spočívají zejména v přesnosti a jednoduchosti analýzy pohybu (Janura & Zahálka, 2004; Pfister et al., 2014) a rychlosti sběru dat (Esquenazi, 2014).

Zároveň se jedná o neinvazivní metodu bez nutnosti zásahu do lidského těla (Schmid et al., 2016) a možnosti porovnání pohybu jedné či více osob (Janura & Zahálka, 2004). V případě použití pasivních značek je výhodné, že analýza pohybu subjektu není narušena potřebou upevnění spojovacího materiálu (Janura & Zahálka, 2004; Perry & Burnfield, 2010).

Využití těchto systémů je vázáno na laboratorní prostředí, což se pojí s určitými nevýhodami (Janura et al., 2012). Laboratorní systémy jsou objemné a nepřenosné, tudíž vyšetřovaný musí být fyzicky přítomen v laboratoři (Liu et al., 2018). Tím je omezeno místo a čas sběru dat (Wu et al., 2022). Vyšetřovaný subjekt se navíc nenachází v prostředí, ve kterém se běžně vyskytuje, což může vést ke změně pohybového vzorce (Fadillioglu et al., 2020; Liu, et al., 2018; Nandy et al., 2021). Přes to jsou laboratorní podmínky nezbytné pro minimalizaci rušivých vlivů, například eliminaci záměny jiných světelných podnětů za značky (Janura et al., 2012). Dalším omezením jsou vysoké pořizovací náklady (Liu et al., 2018; Svoboda & Janura, 2010) a nutnost zaučení osoby pro přípravu a obsluhu měření (Nandy et al., 2021). Z důvodu neinvazivního umístění značek reprezentujících kostěné struktury na kůži, existuje riziko posunu měkkých tkání a vzniku odchylek v měření (Neumannová et al., 2015; Whittle, 2007). Ty jsou také ovlivněny přesností palpce anatomických orientačních bodů výzkumníkem, odvíjejícího se od jeho zkušeností (Perry & Burnfield, 2010).

2.5.2 Časoprostorové parametry chůze

K identifikaci pohybového vzorce chůze a kvantifikaci jeho asymetrií napomáhají časoprostorové charakteristiky (Birch et al., 2015; Svoboda et al., 2020). Hodnoty těchto parametrů jsou ovlivněny věkem, pohlavím a antropometrickými údaji vyšetřované osoby (Svoboda et al., 2020). Jsou tak snadným ukazatelem pro zkoumání vlivu stárnutí na chůzi (Herssens et al., 2020).

Prostorové charakteristiky zahrnují délku kroku a dvojkroku, šířku kroku a úhel chodidla (Svoboda et al., 2020). Délka kroku je definována jako vzdálenost mezi stejnými body na obou chodidlech ve fázi dvojí opory a jeho šířka je určena vzdáleností dvou bodů ležících ve středu paty. Délka dvojkroku značí vzdálenost mezi dvěma následujícími kontakty téhož chodidla s podložkou a úhel chodidla je dán mezi podélnou osou chodidla a směrem pohybu (Neumannová et al., 2015).

Z časových parametrů se hodnotí rytmus chůze neboli kadence. Jde o počet kroků, které jedinec provede za minutu (Brich et al., 2015; Neumannová et al., 2015). Dále je hodnocena doba trvání dvojkroku nebo kroku podle každého dopadu paty a odrazu špičky chodidla (Richards, 2008). Vyhodnocuje se také délka stojné, švihové a dvouoporové fáze, vyjádřené v procentech

z celkové doby trvání GC (Svoboda et al., 2020). Důležitá je i rychlost chůze. Je to vzdálenost, kterou jedinec urazí za určitý časový úsek. Udává se v metrech za sekundu (Brich et al., 2015). Za normálních podmínek je pohodlná rychlost chůze taková, kdy jsou energetické náklady na určitou vzdálenost minimální. Abnormální biomechanika chůze má za následek zvýšenou spotřebu energie, kterou obvykle doprovází kompenzační snížení rychlosti (Esquenazi, 2014).

2.5.3 Kinematika pánve a trupu při chůzi

V průběhu ontogeneze se lidská pánev vyvinula do tvaru usnadňujícího bipedální pohyb (Verbruggen & Nowlan, 2017). Dalším a jedním z nejdůležitějších z evolučních adaptací bipedalismu byl rozvoj dvojitého esovitého tvaru páteře, jako kompromisu mezi mobilitou a stabilitou (Tardieu et al., 2013) Hlavní funkcí pánevního pletence je tak přenos zátěže hlavy, trupu a horních končetin na dolní končetiny při stoje a chůzi (Tardieu et al., 2013; Verbruggen & Nowlan, 2017) a také ochrana tkání a orgánů v pánevní oblasti (Verbruggen & Nowlan, 2017). Sklon pánve ovlivňuje i polohu břišních orgánů a zatížení svalů pánevního dna. Díky anteriornímu sklonu nese hlavní váhu pánevních orgánů přední plocha malé pánve a přední část pánevního dna. Zadní, slabší část, je zatížena méně (Dylevský, 2009).

Přes to, že lidská chůze je primárně založena na cyklickém pohybu dolních končetin, nepřímo se jí účastní také kraniálnější segmenty jako je pánev, páteř, hrudník a horní končetiny, jejichž pohyby jsou ve vzájemné koordinaci (Earls, 2014). Změna polohy axiálních segmentů při chůzi je ale závislá na činnosti dolních končetin ve stojné a švihové fázi GC (Perry & Burnfield, 2010). Jakýkoliv pohyb dolní části těla musí být při jeho postupu kraniálním směrem redukován z důvodu udržení stability očí a zabránění traumatizaci mozku nárazy při dopadu končetin (Earls, 2014).

Koordinace mezi segmenty souvisí s rychlostí chůze (Yang et al., 2013). Pokud je chůze pomalá, hrudník a pánev rotují kolem vertikální osy synchronně, tedy ve stejném směru po většinu délky GC (Prins et al., 2018; Yang et al., 2013). Vyšší rychlost chůze se ale pojí s rotací těchto segmentů v opačném směru (Bruijn et al., 2008; Prins et al., 2018). Relativní fáze mezi rotacemi hrudníku a pánve se pohybuje v rozmezí od plus do minus 180°, kdy hodnota 180° ať už plus či minus značí dokonalou mimofázickou rotaci a hodnota 0° naopak rotaci ve stejné fázi. Pokud je hodnocena rotace hrudníku vzhledem k pánvi, záporné hodnoty znamenají jeho zaostávání a kladné hodnoty naopak jeho předstih před rotací pánve. Při pomalé chůzi rychlostí 1 km/h vykazují zdraví jedinci relativní fázi hrudníku vůči pánvi přibližně minus 20°. Zvyšující se rychlost chůze na 5,4 km/h způsobí zpoždění fáze hrudníku na hodnotu minus 150° (Prins et al., 2018).

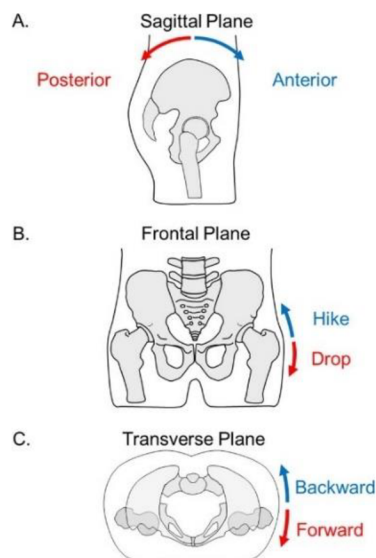
Tyto rotační pohyby také usnadňují pohyby horních končetin (Thompson et al., 2015), které při střední rychlosti chůze vykonávají pohyb v opačném směru než stejnostranné dolní končetiny (Kračmar et al., 2016). Ramenní pletenec se tak dostává do opačné rotace než pánev (Huthwelker et al., 2023). Výzkum Prins et al. (2018) ukázal, že zvýšená tuhost hrudníku a snížený švih horních končetin vede k prodloužení fáze rotací ve stejném směru.

2.5.3.1 Kinematika pánve

Lidská pánev je přizpůsobena bipedální lokomoci vedoucí ke specifickým pohybům během chůze (Lewis et al., 2017). Tyto pohyby řídí rovnováhu celého těla, účastní se při přenášení sil mezi dolními a horními končetinami a zvyšují energetickou účinnost chůze (Mun et al., 2016). Napomáhají také ke snížení pohybu těžiště ve vertikálním a horizontálním směru (Lewis et al., 2017). Během každého kroku se pánev pohybuje asynchronně, v malém ROM ve všech třech rovinách (Perry & Burnfield, 2010). ROM je ale ovlivněn rychlostí chůze (Lewis et al., 2017). Vyšší rychlost chůze se pojí s prodloužením kroku a zvětšením pohybů pánve (Yang et al., 2013). V sagitální rovině se hodnotí náklon pánve (pelvic tilt) v rovině frontální je to úklon (pelvic obliquity, pelvic drop/hike) a transverzální rovina vyjadřuje stupeň rotace pánve (pelvic rotation) (Lewis et al., 2017; Svoboda et al., 2020) (Obrázek 4).

Obrázek 4

Pohyby pánve (Lewis et al., 2017).

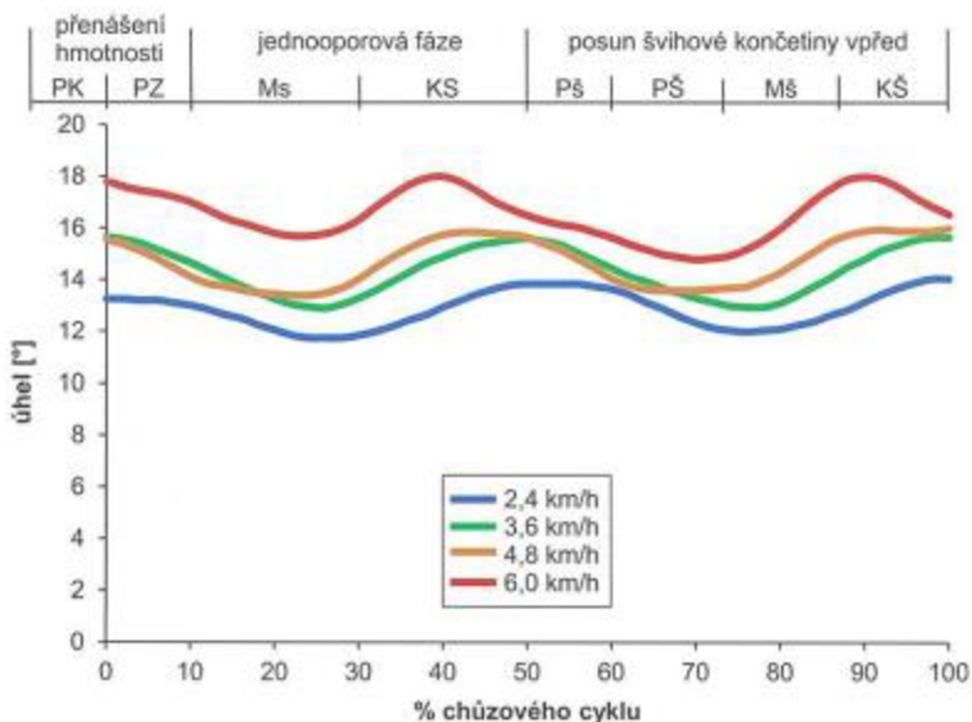


Poznámka. A. pohyb pánve v sagitální rovině popisovaný jako přední a zadní náklon. B. pohyb pánve ve frontální rovině popisovaný jako pokles a zdvih. C. pohyb pánve v transverzální rovině popisovaný jako rotace dopředu a dozadu.

V sagitální rovině je pánev anatomicky nakloněna anteriorně v rozsahu přibližně 10° (Perry & Burnfield, 2010). Spina iliaca anterior superior je tedy uložena níže než spina iliaca posterior superior (Lewis et al., 2017). V průběhu chůze dochází k dalšímu náklonu dopředu s maximem o 4°, který nastává ve fázi konečného stoje a konečného švihů. Relativní náklon pánve dozadu se objevuje na počátku jednoopporové fáze a při počátečním švihů (Perry & Burnfield, 2010). Křivka pohybu pánve v sagitální rovině při každém GC zobrazuje dvě sinusové vlny (Lewis et al., 2017) (Obrázek 5). Při zatížení pravé DK dojde k náklonu stejnostranné kyčelní kosti směrem posteriorním, díky čemuž se sakrum ocitne v náklonu anteriorním. Pohyb mezi těmito kostmi je umožněn díky SI kloubu a je označován jako nutace a kontranutace. Slouží pro tlumení nárazů a zachování pohybů pánve ve všech třech rovinách (Earls, 2014).

Obrázek 5

Pohyb pánve v sagitální rovině (Neumannová et al., 2015).

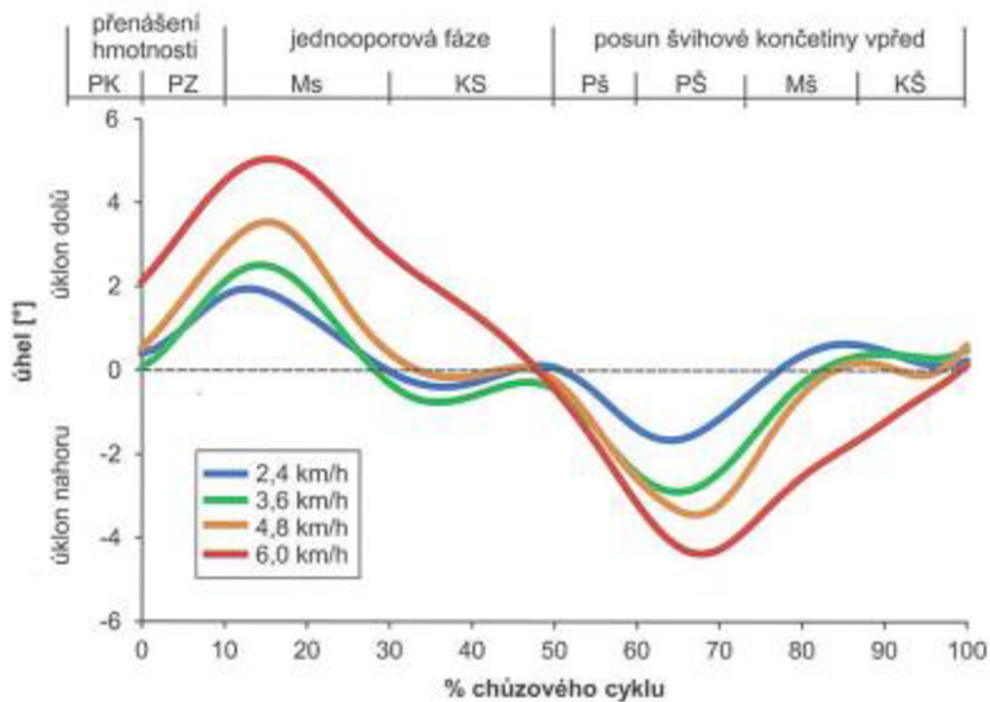


Ve frontální rovině se pánev nachází na počátku iniciálního kontaktu v neutrální poloze (Lewis et al., 2017). Během postupného zatěžování začíná její pokles na stranu kontralaterální končetiny (Perry & Burnfield, 2010). Při dotyku druhé DK s podložkou dojde k jejímu vyrovnání (Lewis et al., 2017) a opětovnému poklesu v průběhu předšvihů, ale na stranu původní stojné DK. Během švihové fáze se postavení pánve opět vyrovnává (Perry & Burnfield, 2010; Svoboda et al., 2020). Podle Svoboda et al. (2020) exkurze pohybu v této rovině činí při přirozené rychlosti chůze 5–7° na každou stranu. V důsledku úklonu pánve se zmenšuje vertikální pohyb trupu, čímž

se snižuje energetická náročnost chůze (Neumannová et al., 2015). Na rozdíl od pohybu v sagitální rovině, ve frontální a také v transverzální rovině provede pánev v průběhu dvojkroku pouze jeden cyklus pohybu (Lewis et al., 2017) (Obrázek 6).

Obrázek 6

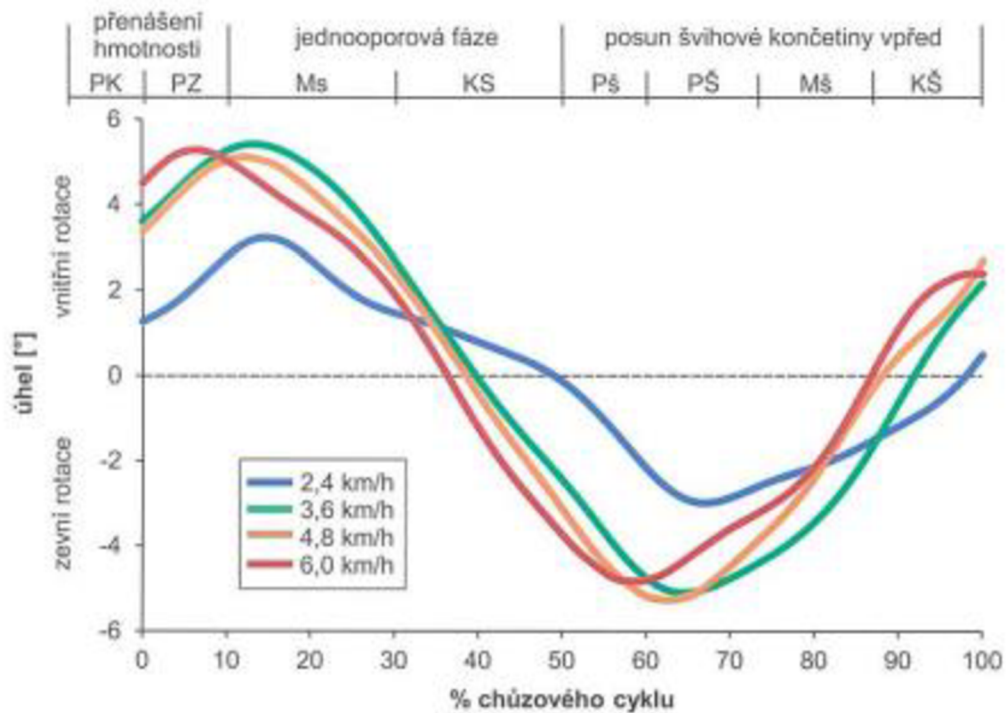
Pohyb pánve ve frontální rovině (Neumannová et al., 2015).



Transverzální rovina popisuje rotaci pánve, která se děje v rozsahu 5° dopředu a 5° dozadu. Maximální dopředná rotace je viditelná při počátečním kontaktu chodidla s podložkou. Na začátku fáze mezistojce se pánev vrací do neutrálního postavení a později začíná rotovat směrem dozadu s maximem při koncovém stoji. Fáze mezišvihů je druhou přechodnou fází, kdy je pánev opět v neutrálním postavení a v další fázi se dostává opět do maximální rotace vpřed (Perry & Burnfield, 2010), která přispívá k prodloužení délky kroku (Earls, 2014; Yang et al., 2013). Rotace směrem dopředu je také označována jako vnitřní a směrem dozadu jako vnější (Svoboda et al., 2020) (Obrázek 7). V důsledku rotace sakry se pohyb v transverzální rovině přenáší i na páteř (Earls, 2014).

Obrázek 7

Pohyb pánve v transverzální rovině (Neumannová et al., 2015).



Omezení pohybu pánve vede ke změnám v kinematice chůze. Při zkoumání vlivu omezení rotace a lateroflexe pánve na chůzi byl zjištěn snížený ROM v hleznu, kolenu a kyčli a také kratší délka kroku, dvojkroku a celková nižší rychlost chůze s procentuálním prodloužením délky stojné fáze (Mun et al., 2016).

2.5.3.2 Kinematika trupu

Tvar a orientace obratlových těl určují ROM páteře ve všech třech anatomických rovinách (Panero et al., 2021). Největšího ROM celé páteře v sagitální rovině je dosaženo po odrazu palce, a naopak nejmenšího během fáze dvojí opory. Toto rozpětí tvoří pouze 6 % maximálního ROM páteře v této rovině. Největší pohyby se odehrávají v horní hrudní a bederní oblasti (Reitmaier & Schmidt, 2020). Uspořádání facetových kloubů bederních obratlů v sagitální rovině totiž dovoluje velký rozsah pohybu do flexe a extenze. Extenze bederní páteře je nezbytná pro bipedální chůzi, jelikož umožňuje vzpřímený stoj a napomáhá k přednímu náklonu pánve při kroku (Earls, 2014). Mírná extenze bederní páteře se odehrává ve fázi mezistoje a je následována flexí během druhé fáze dvojí opory. Ve fázi švihu se bederní páteř pohybuje opět do extenze (MacWilliams et al., 2013).

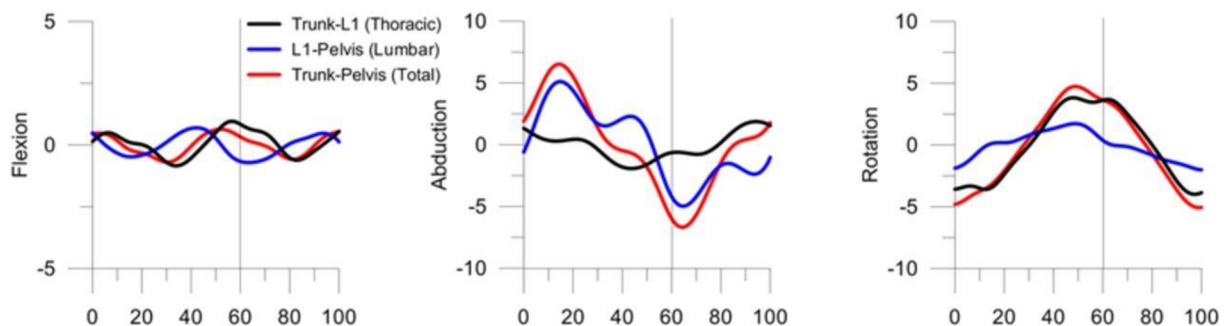
Pohyb trupu ve frontální rovině je zajišťován zejména bederní páteří (MacWilliams et al., 2013). Dolní bederní oblast absorbuje pohyby pánve a kranální směrem se ROM tohoto pohybu zvyšuje až do segmentu L3/L4. V menším rozsahu pokračuje do thorakolumbálního

přechodu s dalším snížením u obratlů spojených s hrudním košem (Earls, 2014). Maximální úklon celého trupu nastává po skončení dvouoporové fáze (Svoboda et al., 2020). V závislosti na rychlosti chůze je v jejím průběhu využíváno 13–18 % z maximálního ROM páteře ve frontální rovině. S vyšší rychlostí se ROM lateroflexe také zvyšuje (Reitmaier & Schmidt, 2020).

V transverzální rovině zaujímá pohyb páteře při chůzi 21–37 % z celkového aktivního ROM, což je nejvíce ze všech tří směrů (Reitmaier & Schmidt, 2020). Největší stupeň rotace se odehrává ve střední hrudní páteři (Huthwelker et al., 2023; Reitmaier & Schmidt, 2020) při došlapu a odrazu ipsilaterálního chodidla. Možnost toto pohybu podporuje postavení faset hrudních obratlů ve frontální rovině (Earls, 20014). Kraniální a kaudální části páteře (vyjma krční) pak rotují v menším rozsahu a v opačném směru (Reitmaier & Schmidt, 2020). Část rotace pánve je také absorbována mezi segmenty L5/S1 umožňující několikasupřňovou rotaci. V oblasti bederní páteře je však tento pohyb omezen z důvodu nevhodného uspořádání facetových kloubů, čímž je podporován postup rotace do hrudníku (Earls, 2014) (Obrázek 8).

Obrázek 8

Hodnocení pohybu páteře během chůze (MacWilliams et al., 2013).



Poznámka. Celkový pohyb páteře vzhledem k pánvi (Trunk-Pelvis), celkový pohyb bederní komponenty (L1-Pelvis), celkový pohyb hrudní komponenty (Trunk-L1). Grafy začínají počátečním kontaktem chodidla (0 % GC) a končí při následném kontaktu téhož chodidla (100 % GC).

2.6 Vliv menstruačního cyklu na pohybový aparát a chůzi

Kolísající hladiny hormonů v průběhu MC ovlivňují celou řadu fyziologických systémů žen (McNulty et al., 2020). Účinky estrogenů nejsou vázány pouze na reprodukční systém, ale zahrnují i další orgány a tkáně (Critchlow et al., 2023; Ikeda et al., 2019). Významný vliv mají na funkci pohybového aparátu (Chidi-Ogbolu & Baar, 2018). Estrogenové receptory se totiž nacházejí ve všech muskuloskeletálních tkáních jako jsou svaly, kosti, šlachy a vazy a jejich metabolismus a vlastnosti jsou pak ovlivněny kolísajícími hladinami těchto hormonů (Chidi-Ogbolu & Baar, 2018; Leblanc et al., 2017; Pohle et al., 2024).

Estrogeny řídí zejména syntézu bílkovin v lidské pojivové tkáni. Zvýšená hladina estradiolu snižuje syntézu kolagenu, což vede ke snížení svalového tonu a zvýšení elasticity. Také se snižuje proliferace fibroblastů (Yim et al., 2018). Existuje mnoho studií zabývajících se vlivem estrogenů na kolenní vazy (Critchlow et al., 2023; Herzberg et al., 2017; Chidi-Ogbolu & Baar, 2018). Ukazuje se, že incidence nekontaktních poranění předního zkříženého vazy je vyšší u žen oproti mužům (Critchlow et al., 2023; Stijak et al., 2015). Přes to, že výsledky výzkumů nejsou zcela jednotné, podle systematického přehledu Herzberg et al. (2017) většina dosavadních studií ukazuje, že laxicita kolenních vazů a tím i riziko poranění předního zkříženého vazy je největší během ovulační fáze MC. Zvýšená laxicita předního zkříženého vazy koreluje s nárůstem plazmatické hladiny estradiolu, což poukazuje na cyklický charakter těchto změn (Chidi-Ogbolu & Baar, 2018). Vliv estrogenů se uplatňuje také v oblasti pánevního dna. Při jejich poklesu, zejména pak v období menopauzy, kdy se nevratně snižuje množství estrogenových receptorů ve strukturách podporujících pánevní orgány, dochází k oslabení a ztrátě elasticity těchto struktur a narušení adekvátní podpory pánevních orgánů. Roste tak riziko vzniku dysfunkce v této oblasti zahrnující inkontinenci moči, prolaps pánevních orgánů či chronickou pánevní bolest (Halski et al., 2017).

S narůstajícím věkem tedy dochází z deficitu estrogenů, což se projevuje narušením regulace proteinů, kdy převažuje jejich degradace nad syntézou (Collins et al., 2019; Ikeda et al., 2019). Důsledkem je pokles svalové hmoty a kvality kontraktilních bílkovin ústící ke svalovému oslabení a atrofii (Collins et al., 2019). Kosterní svalstvo je ale zodpovědné za udržování postury a provádění pohybu a v případě poklesu množství kosterního svalstva klesá také motorická funkce (Ikeda et al., 2019).

Autoři předpokládají, že změny mechanických vlastností svalů a ligament v průběhu MC mají vliv na posturální stabilitu a rovnováhu (Baran & Yılmaz, 2024; Yim et al., 2018). Výsledky studií ohledně vlivu MC na posturální stabilitu se jednoznačně neshodují, avšak v systematickém přehledu Pohle et al. (2024) šest z devíti zahrnutých studií měřících posturální kontrolu pomocí

sady balančních statických či dynamických testů, uvedlo její zhoršení ve fázích MC s vysokou hladinou hormonů. U žen bez jakéhokoliv problému spojeného s menstruací se zhoršení posturální kontroly projevilo zejména při změněném somatosenzorickém nebo vizuálním vstupu v podobě zavřených očí či nestabilního povrchu. U žen bez bolestivé menstruace byla nejnižší míra posturální kontroly objevena v ovulační fázi cyklu. Oproti tomu ženy s dysmenoreou vykazovaly zhoršení posturální kontroly ve fázi cyklu, kdy pociťovaly bolest.

Dosavadní dostupné studie o vlivu MC na chůzi zkoumají zejména její atraktivitu v různých fázích MC subjektivně hodnocenou muži. Chůze žen v období ovulace byla muži hodnocena jako více atraktivní. Navíc bylo zjištěno, že v této fázi cyklu se v případě chůze před mužem snížila její rychlost (Guéguen, 2012). Až studie Hrachovinové et al. (2023) potvrdila signifikantní změny v provedení chůze u žen při porovnání periovulační a menstruační fáze MC. Byl zjištěn větší ROM pánve v sagitální, frontální i transverzální rovině v periovulační fázi MC. Rozdíly v ROM trupu se neukázaly jako statisticky významné. V oblasti dolních končetin, konkrétně kyčelního kloubu a hlezna, vyšel rovněž větší ROM v periovulační fázi, ale pouze v rovině sagitální a frontální.

2.7 Vliv dysmenorey na provedení chůze

Chůze je řízena CNS, ale na její provedení mají velký vliv děje na periférii jako je bolestivá aferentace, porucha propiocepce, ROM v kloubech či postavení pánve a páteře. Nociceptivní stimulaci vnímá každý jedinec individuálně. Vždy má ale souvislost s motorikou (Véle, 2006), také díky reakci hladké a příčně pruhované svaloviny, včetně svaloviny cév, v podobě změny svého tonu (Kolář et al., 2009). I dráždění, které ještě není interpretováno CNS jako bolest podvědomě ovlivňuje motorické chování. Poruchy cirkulace krve vedoucí k bolesti v důsledku ischemie stejně tak jako poruchy vnitřních orgánů projevující se například bolestí bederní páteře při menstruaci dočasně či trvale ovlivňují motorický projev (Véle, 2006).

Autoři předpokládají, že nociceptivní podněty interferují s podněty somatosenzorickými a snižují tak posturální kontrolu v bolestivé fázi cyklu žen s dysmenoreou (Pohle et al., 2024). Posturální kontrolu ovlivňuje také přítomnost TrPs ve svalech a antalgické držení těla (Stallbaum et al., 2018). Závisí na efektivní integraci vizuálního, vestibulárního a somatosenzorického systému. Nutná je senzorká detekce těla, integrace senzorko-motorických reakcí v CNS a odpověď muskuloskeletálního systému pro udržení posturální stability (Pohle et al., 2024; Stallbaum et al., 2018). Vedení bolesti je ale v CNS prioritizováno, takže impulzy z vestibulárního ústrojí a propioceptorů mohou být potlačeny (Baran & Yılmaz, 2024). Následkem je zhoršené vnímání polohy a pohybu končetin vedoucí k narušení koordinace chůze a změně jejich parametrů (Lin et al., 2023).

V důsledku bolesti může být u žen s dysmenoreou také narušená funkce HSS (Baran & Yılmaz, 2024). Stejně tak tomu je u lidí s LBP. Systematický přehled Koch a Hänsel (2018) u probandů s LBP ukázal menší amplitudu pohybu pánve při chůzi, prodloužení fáze pohybu bederní páteře a pánve ve stejném směru, větší variabilitu jednotlivých kroků a větší aktivitu m. erector spinae. Ve studiích testujících chůzi na běžeckém páse se projevilo také snížení preferované rychlosti. Dle autorů je vyšší aktivita svalů trupu příčinou snížení ROM pánve a bederní páteře, jehož důsledkem může být také ztuhlost kyčelních a páteřních kloubů vedoucí ke snížení preferované rychlosti chůze. Snížení ROM pohybu zabrání dalšímu zatěžování bolestivé oblasti, ale může vést k nahromadění odpadních produktů metabolismu a způsobit tak chronicitu bolesti.

Dle Rodríguez-Torres et al. (2020) se u žen trpících chronickou bolestí v oblasti pánve objevují poruchy v provádění automatických pohybových vzorů a nedostatky v posturální adaptaci. Vyskytuje se ochranný posturální vzorec, který spolu s poruchou propiocepce vede k nestabilní postuře a snížení rovnováhy s projevy při chůzi.

3 CÍLE A HYPOTÉZY

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem diplomové práce je porovnání rozsahu pohybu pánve a trupu v rámci chůzového cyklu u mladých žen s primární dysmenoreou v periovulační a menstruační fázi MC.

3.2 Dílčí cíle

- 1) Porovnání rozsahu pohybu pánve v rámci chůzového cyklu mladých žen s primární dysmenoreou v periovulační a menstruační fázi MC.
- 2) Porovnání rozsahu pohybu pánve v rámci chůzového cyklu u zdravých žen a žen s primární dysmenoreou v menstruační fázi MC.
- 3) Porovnání rozsahu pohybu pánve v rámci chůzového cyklu u zdravých žen a žen s primární dysmenoreou v periovulační fázi MC.
- 4) Porovnání rozsahu pohybu trupu v rámci chůzového cyklu mladých žen s primární dysmenoreou v periovulační a menstruační fázi MC.
- 5) Porovnání rozsahu pohybu trupu v rámci chůzového cyklu u zdravých žen a žen s primární dysmenoreou v menstruační fázi MC.
- 6) Porovnání rozsahu pohybu trupu v rámci chůzového cyklu u zdravých žen a žen s primární dysmenoreou v periovulační fázi MC.

3.3 Hypotézy

- 1) Rozsah pohybu pánve při chůzi v periovulační fázi MC je u žen s primární dysmenoreou vyšší v porovnání s menstruační fází MC.
- 2) Rozsah pohybu pánve při chůzi v menstruační fázi MC je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.
- 3) Rozsah pohybu pánve při chůzi v periovulační fázi MC je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.
- 4) Rozsah pohybu trupu při chůzi v periovulační fázi MC je u žen s primární dysmenoreou vyšší v porovnání s menstruační fází MC.
- 5) Rozsah pohybu trupu při chůzi v menstruační fázi je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.
- 6) Rozsah pohybu trupu při chůzi v periovulační fázi MC je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.

Všechny hypotézy budou řešeny ve třech anatomických rovinách – sagitální, frontální a transverzální. Kritérium pro potvrzení hypotézy je nalezení statisticky významného rozdílu alespoň v jedné rovině.

4 METODIKA

4.1 Design studie

Tato diplomová práce je observační průřezovou studií zabývající se kinematickou analýzou pohybu pánve a trupu při chůzi u žen s primární dysmenoreou v periovulační a menstruační fázi MC. Spadá pod projekt s názvem „Provedení chůze u žen s primární dysmenoreou v různých fázích menstruačního cyklu“, který byl dne 24. 11. 2022 schválen Etickou komisí FTK UP v Olomouci (Příloha 1) pod jednacím číslem 82/2022. Součástí tohoto projektu je v kombinaci s kinematickou analýzou také dynamická analýza a hodnocení svalové aktivity povrchových svalů trupu pomocí neinvazivní EMG. Jedná se o druhou etapu výzkumu začínajícím v loňském roce, který se zabýval kinematikou pohybu pánve a trupu a jejich variabilitou při chůzi u mladých zdravých žen v periovulační a menstruační fázi MC a zároveň zkoumal vliv fáze MC na momenty sil kloubů dolních končetin při chůzi a aktivitu povrchových svalů trupu. Účastnice loňské části výzkumu se tak staly kontrolní skupinou pro letošní část. V obou etapách tohoto výzkumu byla použita stejná metodika.

4.2 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo 18 probandek s PD ve věkovém rozmezí 20–26 let. Průměrný věk byl $22,6 \pm 2$ let, průměrná výška $165,58 \pm 6,21$ cm, průměrná hmotnost $59,17 \pm 5,56$ kg a průměrné BMI činilo $21,59 \pm 1,88$ kg/m². Kontrolní skupinu zdravých žen taktéž tvořilo 18 probandek. Jejich věkové rozmezí bylo 20–26 let a průměrný věk $23,3 \pm 1,7$. Průměrná výška byla $169,0 \pm 5,3$ cm, hmotnost $63,4 \pm 6,8$ a BMI $22,25 \pm 2,5$ kg/m². Všechny probandky splňovaly vstupní kritéria, která zahrnovala věkové rozpětí 18–26 let, pravidelný MC se stanovenou délkou 28 ± 5 dní za posledních 6 měsíců a menstruační bolestivost hodnocenou na VAS > 3. Mezi vylučovací kritéria se řadil naopak nepravidelný MC, krvácení mimo dny menstruace, užívání hormonální antikoncepce v posledních 6 měsících, současná a/nebo předchozí gravidita či porody. A dále také známé gynekologické nebo jiné systémové onemocnění vyžadující léčbu, onemocnění a úrazy pohybového aparátu, kouření, abúzus, obezita (BMI > 30 kg/m²) a profesionální sportovní činnost.

4.3 Metody sběru dat

4.3.1 Průběh tvorby a přípravy výzkumného souboru

Všechny zájemkyně o účast ve výzkumu nejprve vyplnily anketu vytvořenou v prostředí Google Forms, jejíž cílem bylo shromáždění anamnestických údajů a ověření inkluzivních a exkluzivních kritérií pro potvrzení možnosti účasti ve výzkumu. Ženy splňující vstupní kritéria pak absolvovaly informační schůzku, na které byly blíže seznámeny s průběhem výzkumu a měly možnost se zeptat na případné nejasnosti. Každá z účastnic podepsala informovaný souhlas (Příloha 2) o anonymním zpracování údajů pro výzkumnou činnost a následně byly poučeny ohledně stanovení předpokládaného dne ovulace. Periovulační fáze MC byla zjišťována za pomoci ovulačních testů (SeeNow, LH, Nantong Egens, Biotechnology Co., Ltd.), fungujících na základě detekce vzestupu luteinizačního hormonu. Probandky obdržely testovací proužky a byly edukovány k jejich použití v domácím prostředí. To vyžadovalo vypočítání vhodného dne pro začátek testování určeného na základě délky MC v posledních 6 měsících. Následně testování probíhalo vložení testovacího proužku do nádoby s čerstvou močí a to 1 x denně, za podmínek doporučených výrobcem. Při zjištění pozitivního výsledku testu byly probandky instruovány ke kontaktování člena výzkumného týmu. Měření v periovulační i menstruační fázi MC probíhalo co nejdříve po zjištění pozitivního výsledku ovulačního testu či začátku menstruačního krvácení, nejpozději však do 72 hodin.

4.3.2 Průběh laboratorního měření

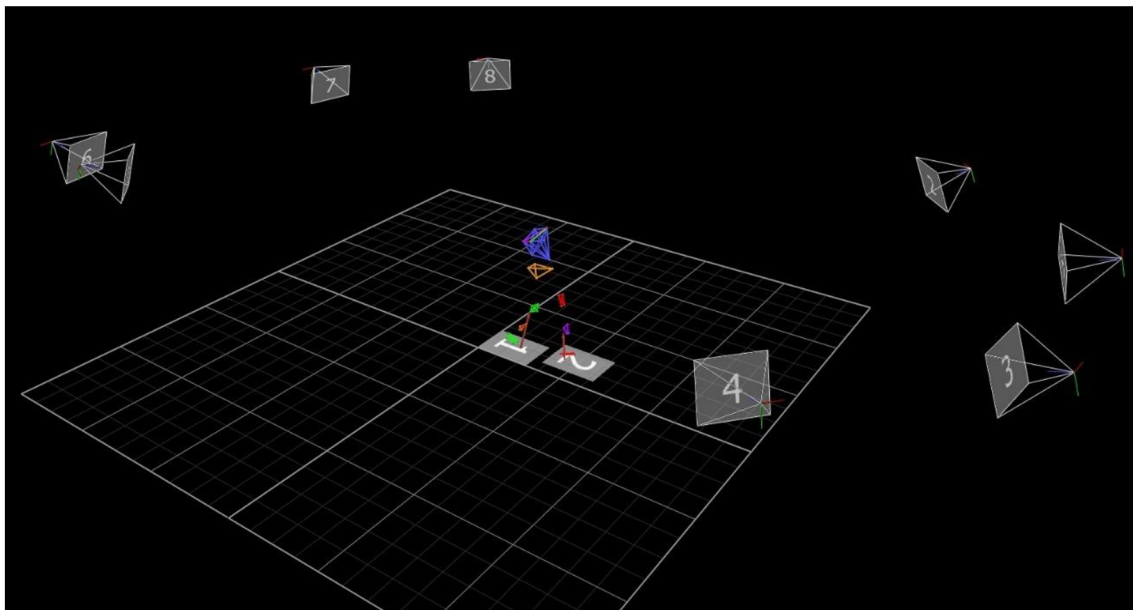
Měření chůzového cyklu probíhalo v laboratoři chůze FTK UPOL za pomoci kinematického systému Vicon Vantage V5 (Oxford Metrics, Oxford, UK), jehož součástí je 8 kamer s rozlišením 5 megapixelů. Pohyb byl zaznamenáván při chůzi na chodníku délky 10 metrů se dvěma piezoelektrickými plošinami Kistler (typ 9286AA, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švýcarsko) snímkovací frekvencí 200 Hz. Měření v periovulační i menstruační fázi MC zahrnovalo stejné výzkumné úlohy.

Před začátkem samotného měření byla nutná kalibrace kamer a 3D prostoru v softwaru Vicon Nexus (Obrázek 9). To bylo provedeno pomocí kalibrační hůlky a umístěním třech značek do rohů silové plošiny, na jejichž základě byl definován souřadnicový systém. Následně byla pro každou probandku vytvořena složka v počítači pro uložení dat z obou měření. Každá z účastnic si po příchodu do laboratoře vyzkoušela několik cvičných pokusů chůze na boso, které byly doplněny o instruktáž s důrazem na přirozenou rychlost a provedení chůze pro pozdější nasnímání co nejpřirozenějšího pohybu. Pro zaznamenání kinematické analýzy pohybu bylo

potřeba označení jednotlivých segmentů těla. Měření probíhalo pouze ve spodním prádle, kdy na oblast dolních končetin, pánve a trupu byly za pomoci oboustranné lepicí pásky na kůži připevněny reflexní značky (Obrázek 10). Pánev byla označena značkami na spina iliaca anterior superior a spina iliaca posterior superior obou stran. V oblasti trupu se značky nacházely na processus spinosus Th12/L1 a C7, bilaterálně na AC skloubení, dále ve fossa jugularis, na processus xiphoideus a pravé lopatce. Na dolních končetinách byly umístěny na mediální a laterální hraně paty a na nártu v pokračování 2. a 4. metatarsu v nejvyšším bodě. Pomocí elastické pásky byly na oblast stehen a bérců obou DK ještě upevněny clusterly obsahující čtyři reflexní značky. Část značek označovaných jako anatomické, sloužících pouze pro kalibrační snímek, byly přilepeny oboustrannou lepicí páskou v lokalizaci mediálního a laterálního epikondylu femuru, mediálního a laterálního malleolu a hlavičky I. a V. metatarsu obou dolních končetin. Po umístění všech značek byl nasnímán klidový stoj pro statickou kalibraci dat. Následně byly sejmuty anatomické značky a na povrchové svaly trupu připevněny EMG elektrody. Probandka měla opět možnost zkoušky chůze po testovacím chodníku i se značkami. Poté bylo naměřeno 10 pokusů chůze přirozenou rychlostí. Po kontrole kvality naměřených dat došlo k jejich zálohování. Součástí každého měření bylo také vyplnění dotazníku ohledně subjektivního nastavení a hodnocení chůze probandkou (Příloha 3).

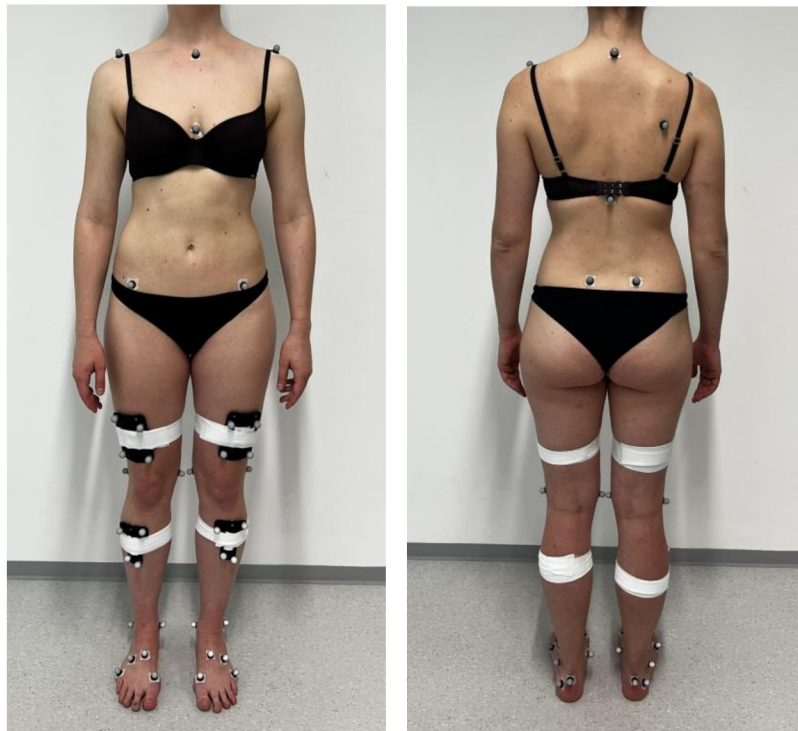
Obrázek 9

Softwarové rozhraní systému Vicon.



Obrázek 10

Znázornění umístění reflexních značek zepředu a zezadu.



4.4 Analýza dat

4.4.1 Zpracování dat

Pro získání záznamu chůze a souřadnic jednotlivých bodů byl použit program Vicon Nexus 2.11 (Oxford Metrics Group, Londýn, UK). Na základě statického kalibračního snímku byl vytvořen 3D model, který byl následně použit pro identifikaci jednotlivých segmentů těla v rámci dynamické úlohy. Pro vlastní analýzu bylo vybráno šest platných pokusů, ve kterých byly záznamy chůze v případě potřeby zkráceny na dva chůzové cykly. Po provedení automatických procesů v rámci softwarové úpravy byly vybrané záznamy manuálně zkontrolovány, a to zejména načasování iniciálního kontaktu chodidla s podložkou a přítomnost gapů (mezer v signálu), které bylo potřeba doplnit. Takto připravená data byla následně zpracována v programu Visual3D. Zde byla dále upravena, filtrována a převedena do grafické podoby, porovnávající u každé probandky pohyby jednotlivých segmentů v sagitální, frontální a transverzální rovině v menstruační a ovulační fázi MC. Posledním krokem byl pak export dat do programu Microsoft Excel, umožňující jejich zpracování v rámci celého souboru.

Výsledné hodnoty rozsahu pohybu pánve a trupu ve všech anatomických rovinách byly porovnány s hodnotami první etapy výzkumu z části zabývající se kinematickou analýzou pohybu pánve a trupu u mladých zdravých žen.

4.4.2 Statistické vyhodnocení dat

Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu Statistica (verze 14, TIBCO software Inc., Santa Clara, USA). Normalita rozložení dat byla ověřena pomocí testu Kolmogorov-Smirnov. Data měla normální rozložení. Pro posouzení efektu fáze cyklu a skupiny (dysmenorea, kontrolní) byla použita analýza rozptylu (ANOVA) pro opakované měření a Fisherův LSD post-hoc test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na úroveň 0,05.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky k hypotéze H1

H1: Rozsah pohybu pánve při chůzi v periovulační fázi MC je u žen s primární dysmenoreou vyšší v porovnání s menstruační fází.

Průměrné hodnoty rozsahu pohybu pánve žen s dysmenoreou v sagitální, frontální a transversální rovině zobrazuje tabulka 1. Při porovnání hodnot v ovulační a menstruační fázi MC pomocí Fisherova LSD post-hoc testu v sagitální rovině vyšla hladina statistické významnosti $p = 0,827$. Srovnání těchto hodnot v rovině frontální bylo $p = 0,065$ a transversální $p = 0,819$. Nebyl tedy nalezen statisticky významný rozdíl v rozsahu pohybu pánve ani v jedné z anatomických rovin. Křivky průběhu pohybu pánve v jednotlivých rovinách jsou znázorněny v souhrnných grafech uvedených níže (Obrázek 11, 12, 13, 14, 15, 16).

Tabulka 1

Hodnoty rozsahu pohybu pánve u žen s dysmenoreou v menstruační a ovulační fázi MC.

Rovina	Menstruace		Ovulace		p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Sagitální	2,9	0,6	2,8	0,8	0,827
Frontální	9,9	2,5	10,4	2,3	0,065
Transverzální	14,8	4,7	14,7	4,7	0,819

Poznámka. SD – směrodatná odchylka, p-hodnota – hladina statistické významnosti.

S ohledem na výsledky byla hypotéza **H1 zamítnuta** na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

5.2 Výsledky k hypotéze H2

H2: Rozsah pohybu pánve při chůzi v menstruační fázi MC je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.

Tabulka 2 ukazuje průměrné hodnoty rozsahu pohybu pánve při chůzi u žen s dysmenoreou v porovnání s kontrolní skupinou zdravých žen. Při srovnání hodnot odpovídajících rovin, tedy sagitální, frontální a transversální vyšly hladiny statistické významnosti $p = 0,339$, $p = 0,600$ a $p = 0,854$. V žádné ze zkoumaných rovin nebyl nalezen

statisticky významný rozdíl. Křivky průběhu pohybu pánve ve všech rovinách jsou zobrazeny v níže uvedených shrnujících grafech (Obrázek 11, 12, 13, 14, 15, 16).

Tabulka 2

Hodnoty rozsahu pohybu pánve v menstruační fázi MC u žen s dysmenoreou a u kontrolní skupiny.

Rovina	Dysmenorea		Kontrolní		p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Sagitální	2,9	0,6	3,1	0,9	0,339
Frontální	9,9	2,5	10,3	2,9	0,600
Transverzální	14,8	4,7	14,4	5,3	0,854

Poznámka. SD – směrodatná odchylka, p-hodnota – hladina statistické významnosti.

S ohledem na výsledky byla hypotéza **H2 zamítnuta** na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

5.3 Výsledky k hypotéze H3

H3: Rozsah pohybu pánve při chůzi v periovulační fázi MC je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.

Tabulka 3 shrnuje průměrné rozsahy pohybu pánve při chůzi v ovulační fázi MC žen s dysmenoreou a kontrolní skupiny zdravých žen ve třech anatomických rovinách. Z tabulky je patrné, že při srovnání dat těchto dvou skupin vyšel pouze v rovině sagitální statisticky významný výsledek, jehož p-hodnota představovala $p = 0,016$. V rovině frontální ani transverzální nebyl rozdíl v rozsahu pohybu signifikantní. Porovnání pohybu pánve těchto skupin v jednotlivých rovinách je souhrnně znázorněno v níže uvedených grafech (Obrázek 11, 12, 13, 14, 15, 16).

Tabulka 3

Hodnoty rozsahu pohybu pánve v ovulační fázi MC u žen s dysmenoreou a u kontrolní skupiny.

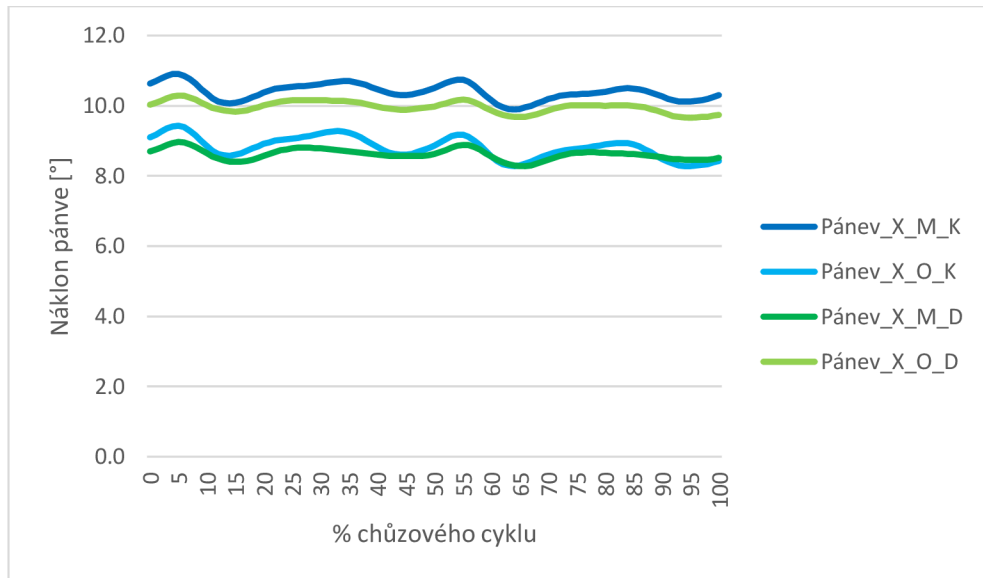
Rovina	Dysmenorea		Kontrolní		p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Sagitální	2,8	0,8	3,5	0,9	0,016
Frontální	10,4	2,3	11,4	2,6	0,277
Transverzální	14,7	4,7	16,4	6,3	0,336

Poznámka. SD – směrodatná odchylka, p-hodnota – hladina statistické významnosti.

S ohledem na výsledky byla hypotéza **H3 přijata** na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

Obrázek 11

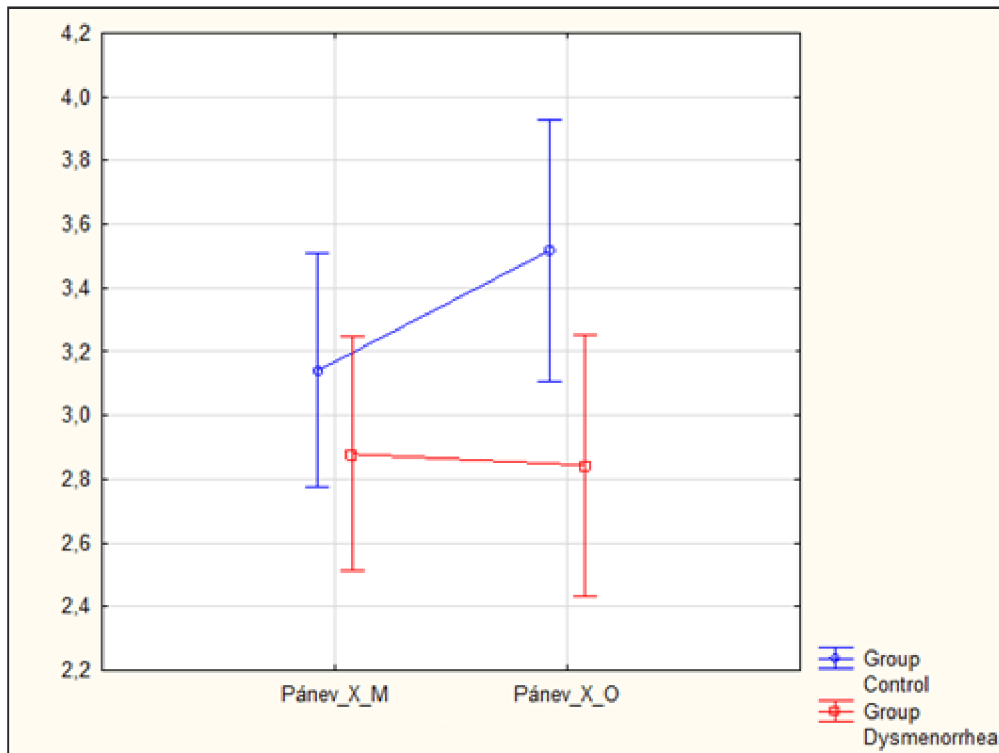
Průměrné hodnoty pohybu pánve v sagitální rovině.



Poznámka. Pánev_X_M_K – křivka pohybu pánve v sagitální rovině během menstruační fáze MC u kontrolní skupiny, Pánev_X_O_K – křivka pohybu pánve v sagitální rovině během ovulační fáze MC u kontrolní skupiny, Pánev_X_M_D – křivka pohybu pánve v sagitální rovině během menstruační fáze MC u skupiny s dysmenoreou, Pánev_X_O_D – křivka pohybu pánve v sagitální rovině během ovulační fáze MC u skupiny s dysmenoreou.

Obrázek 12

ANOVA graf rozsahu pohybu pánve v sagitální rovině.

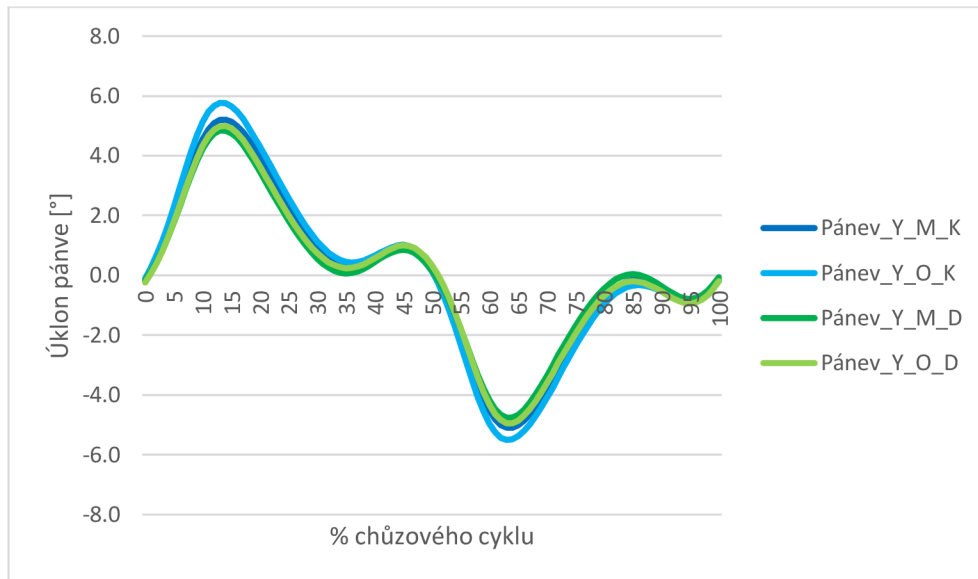


Poznámka. Pánev_X_M – rozsah pohybu pánve v sagitální rovině v menstruační fázi MC, Pánev_X_O – rozsah pohybu pánve v sagitální rovině v ovulační fázi MC.

Při porovnání obou skupin žen s dysmenoreou nebyl rozdíl v rozsahu pohybu pánve v sagitální rovině statisticky významný, stejně tak jako mezi skupinami s dysmenoreou a kontrolní v ovulační fázi MC. Statisticky významný výsledek je ale zřetelný mezi skupinou s dysmenoreou a kontrolní skupinou v ovulační fázi MC. Z obrázku 11 je také patrný inverzní charakter postavení pánve, kdy se její větší antevertze objevuje u žen s dysmenoreou v menstruační fázi MC, zatímco u zdravých žen v ovulační fázi MC.

Obrázek 13

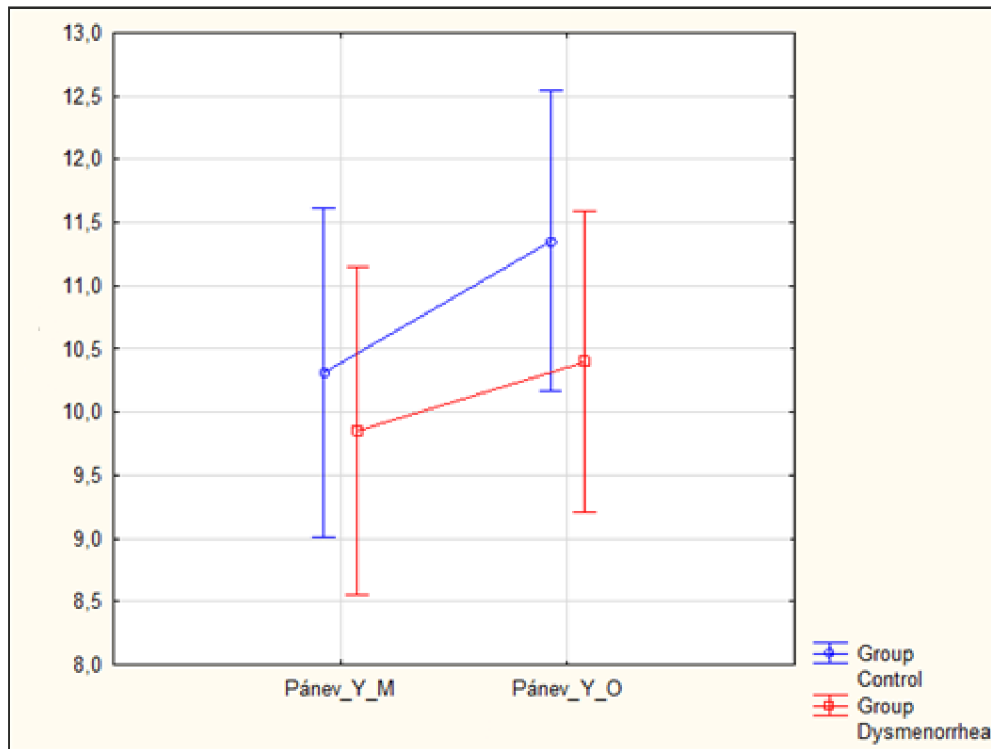
Průměrné hodnoty pohybu pánve ve frontální rovině.



Poznámka. Y_M_K – křivka pohybu pánve ve frontální rovině během menstruační fáze MC u kontrolní skupiny, Pánev_Y_O_K – křivka pohybu pánve ve frontální rovině během ovulační fáze MC u kontrolní skupiny, Pánev_Y_M_D – křivka pohybu pánve ve frontální rovině během menstruační fáze MC u skupiny s dysmenoreou, Pánev_Y_O_D – křivka pohybu pánve ve frontální rovině během ovulační fáze MC u skupiny s dysmenoreou.

Obrázek 14

ANOVA graf rozsahu pohybu pánve ve frontální rovině.

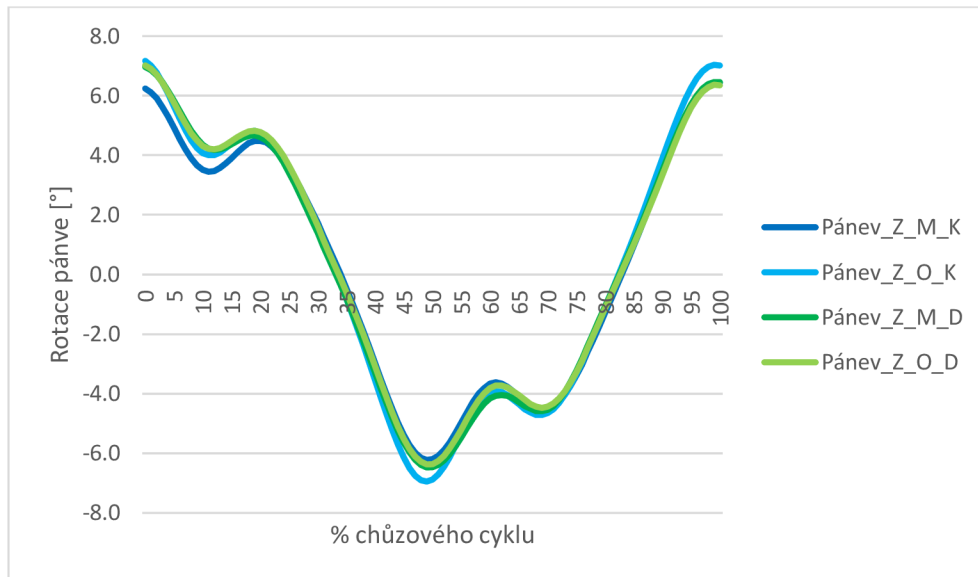


Poznámka. Pánev_Y_M – rozsah pohybu pánve ve frontální rovině v menstruační fázi MC, Pánev_Y_O – rozsah pohybu pánve ve frontální rovině v ovulační fázi MC.

Obrázek 13 a 14 zobrazuje pohyb pánve ve frontální rovině. Mezi skupinami s dysmenoreou nebyly v této rovině rozdíly signifikantní. I přes drobné odchylky v grafickém znázornění nebyl nalezen statisticky významný rozdíl ani mezi skupinami s dysmenoreou a kontrolní, a to jak v menstruační, tak v ovulační fázi MC.

Obrázek 15

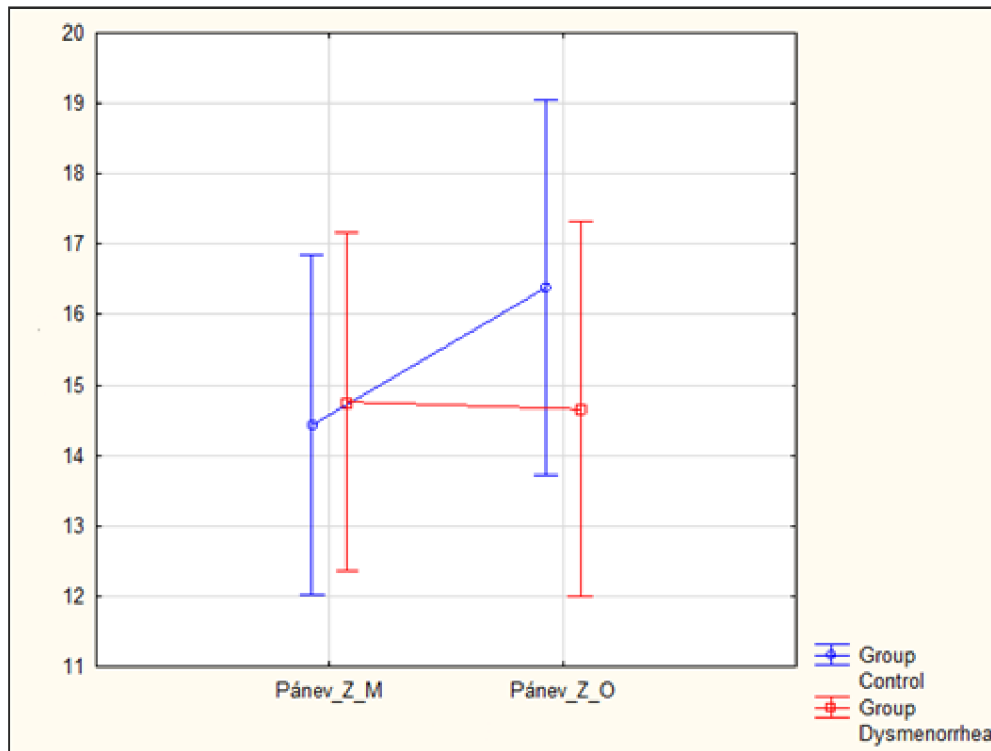
Průměrné hodnoty pohybu pánve v transverzální rovině.



Poznámka. Pánev_Z_M_K – křivka pohybu pánve v transverzální rovině během menstruační fáze MC u kontrolní skupiny, Pánev_Z_O_K – křivka pohybu pánve v transverzální rovině během ovulační fáze MC u kontrolní skupiny, Pánev_Z_M_D – křivka pohybu pánve v transverzální rovině během menstruační fáze MC u skupiny s dysmenoreou, Pánev_Z_O_D – křivka pohybu pánve v transverzální rovině během ovulační fáze MC u skupiny s dysmenoreou.

Obrázek 16

ANOVA graf rozsahu pohybu pánve v transverzální rovině.



Poznámka. Pánev_Z_M – rozsah pohybu pánve v transverzální rovině v menstruační fázi MC, Pánev_Z_O – rozsah pohybu pánve v transverzální rovině v ovulační fázi MC.

Navzdory drobným rozdílům v grafickém zobrazení křivek průběhu pohybu pánve v transverzální rovině (Obrázek 15), nebyl podle průměrných hodnot potvrzen signifikantní rozdíl mezi skupinami s PD v ovulační a menstruační fázi MC. Statisticky významné výsledky nevyšly ani při porovnání této skupiny se skupinou kontrolní, a to při srovnání dat z menstruačních i ovulačních fází MC.

5.4 Výsledky k hypotéze H4

H4: Rozsah pohybu trupu při chůzi v perioovulační fázi MC je u žen s primární dysmenoreou vyšší v porovnání s menstruační fází.

Průměrné hodnoty rozsahu pohybu trupu v sagitální, frontální a transverzální rovině u žen s dysmenoreou ukazuje tabulka 4. Porovnání hodnot v perioovulační a menstruační fázi MC v sagitální rovině ukázalo hodnotu statistické významnosti $p = 0,382$. Ve frontální rovině vyšla tato hodnota $p = 0,067$ a v transverzální rovině $p = 0,888$. Statisticky významný rozdíl v pohybu

trupu nebyl nalezen ani v jedné z rovin. Rozdílný průběh pohybu trupu v jednotlivých rovinách je souhrnně znázorněny v níže přiložených grafech (Obrázek 17, 18, 19, 20, 21, 22).

Tabulka 4

Hodnoty rozsahu pohybu trupu u žen s dysmenoreou v menstruační a ovulační fázi MC.

Rovina	Menstruace		Ovulace		p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Sagitální	3,7	0,8	3,6	0,6	0,382
Frontální	3,0	1,0	2,7	0,7	0,067
Transverzální	7,0	1,7	6,9	1,6	0,888

Poznámka. SD – směrodatná odchylka, p-hodnota – hladina statistické významnosti.

S ohledem na výsledky byla hypotéza **H4 zamítnuta** na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

5.5 Výsledky k hypotéze H5

H5: Rozsah pohybu trupu při chůzi v menstruační fázi MC je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.

Hodnoty v tabulce 5 zobrazují průměrný rozsah pohybu trupu při chůzi v menstruační fázi MC. Je porovnána skupina žen s dysmenoreou a kontrolní skupina žen bez bolestivé menstruace ve třech anatomických rovinách. V rovině sagitální vyšla hladina statistické významnosti $p = 0,876$, v rovině frontální $p = 0,818$ a v rovině transverzální $p = 0,608$. V žádné z nich tedy nebyl rozdíl signifikantní. Křivky průběhu pohybu trupu ve výše zmíněných rovinách jsou zobrazeny v souhrnných grafech uvedených níže (Obrázek 17, 18, 19, 20, 21, 22).

Tabulka 5

Hodnoty rozsahu pohybu trupu v menstruační fázi MC u žen s dysmenoreou a u kontrolní skupiny.

Rovina	Dysmenorea		Kontrolní		p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Sagitální	3,7	0,8	3,7	0,9	0,876
Frontální	3,0	1,0	3,1	1,1	0,818
Transverzální	7,0	1,7	7,3	1,4	0,608

Poznámka. SD – směrodatná odchylka, p-hodnota – hladina statistické významnosti.

S ohledem na výsledky byla hypotéza **H5 zamítnuta** na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

5.6 Výsledky k hypotéze H6

H6: Rozsah pohybu trupu při chůzi v periovulační fázi MC je nižší u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám.

Průměrný rozsah pohybu trupu žen s PD v porovnání s kontrolní skupinou zdravých žen je zobrazen v tabulce 6. Po jejich statistickém vyhodnocení vyšla v sagitální rovině hodnota $p = 0,581$, v rovině frontální $p = 0,114$ a v rovině transverzální $p = 0,412$. Žádný z výsledků se tedy neukázal jako statisticky významný. Níže uvedené grafy (Obrázek 17, 18, 19, 20, 21, 22) souhrnně zobrazují křivky průběhu pohybu trupu ve zmíněných anatomických rovinách.

Tabulka 6

Hodnoty rozsahu pohybu trupu v ovulační fázi MC u žen s dysmenoreou a u kontrolní skupiny.

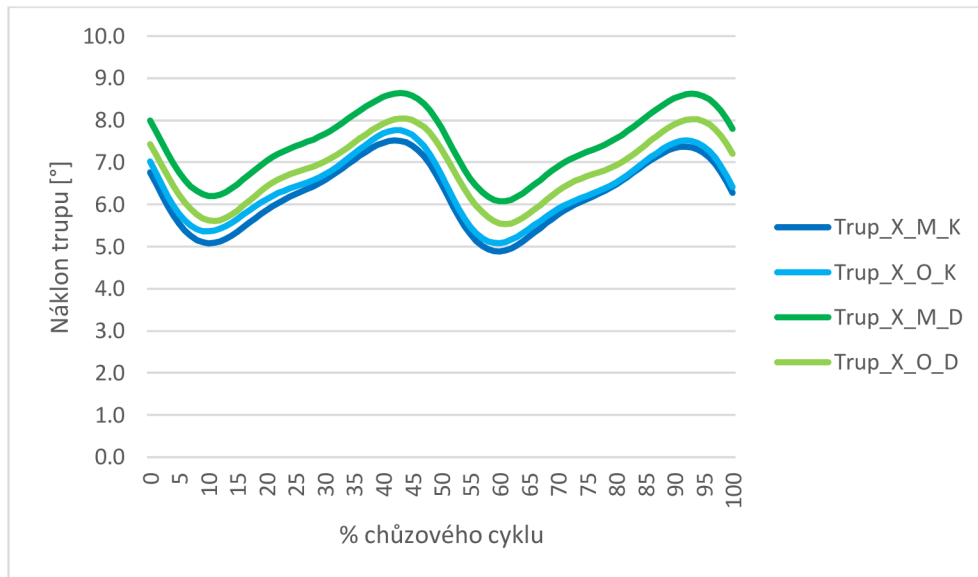
Rovina	Dysmenorea		Kontrolní		p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD	
Sagitální	3,6	0,6	3,8	1,0	0,581
Frontální	2,7	0,7	3,3	1,2	0,114
Transverzální	6,9	1,6	7,4	2,1	0,412

Poznámka. SD – směrodatná odchylka, p-hodnota – hladina statistické významnosti.

S ohledem na výsledky byla hypotéza **H6 zamítnuta** na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

Obrázek 17

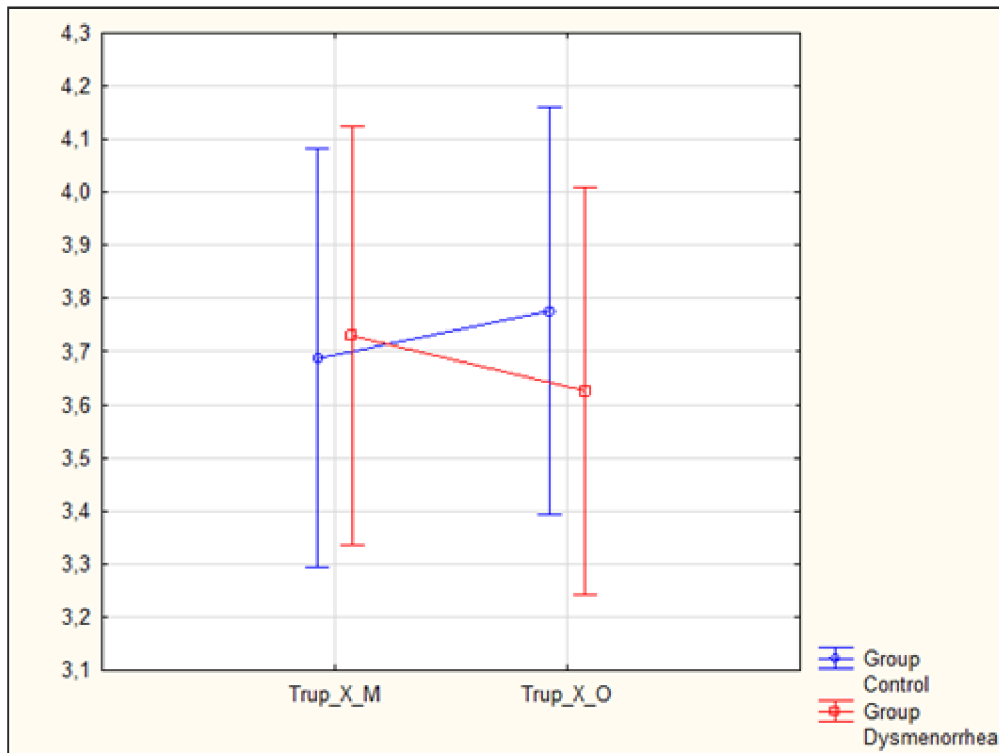
Průměrné hodnoty pohybu trupu v sagitální rovině.



Poznámka. Trup_X_M_K – křivka pohybu trupu v sagitální rovině během menstruační fáze MC u kontrolní skupiny, Trup_X_O_K – křivka pohybu trupu v sagitální rovině během ovulační fáze MC u kontrolní skupiny, Trup_X_M_D – křivka pohybu trupu v sagitální rovině během menstruační fáze MC u skupiny s dysmenoreou, Trup_X_O_D – křivka pohybu trupu v sagitální rovině během ovulační fáze MC u skupiny s dysmenoreou.

Obrázek 18

ANOVA graf rozsahu pohybu trupu v sagitální rovině.

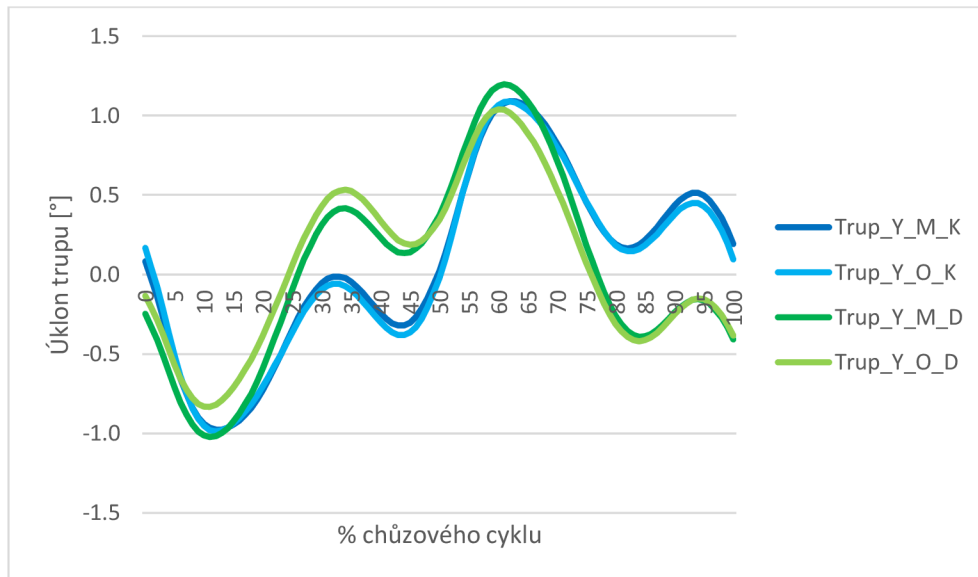


Poznámka. Trup_X_M – rozsah pohybu trupu v sagitální rovině v menstruační fázi MC, Trup_X_O – rozsah pohybu trupu v sagitální rovině v ovulační fázi MC.

Z obrázku 17 zobrazujícím křivky průběhu pohybu trupu při chůzi v sagitální rovině je viditelný větší náklon trupu v menstruační i ovulační fázi MC u skupin žen s dysmenoreou oproti zdravým ženám. Srovnání průměrných hodnot ROM trupu těchto dvou skupin ale neukázalo statisticky významný rozdíl v menstruačních ani ovulačních fázích MC. Rozdíl, který by se dal považovat za statisticky významný nebyl objeven ani mezi menstruační a ovulační fází MC žen s dysmenoreou.

Obrázek 19

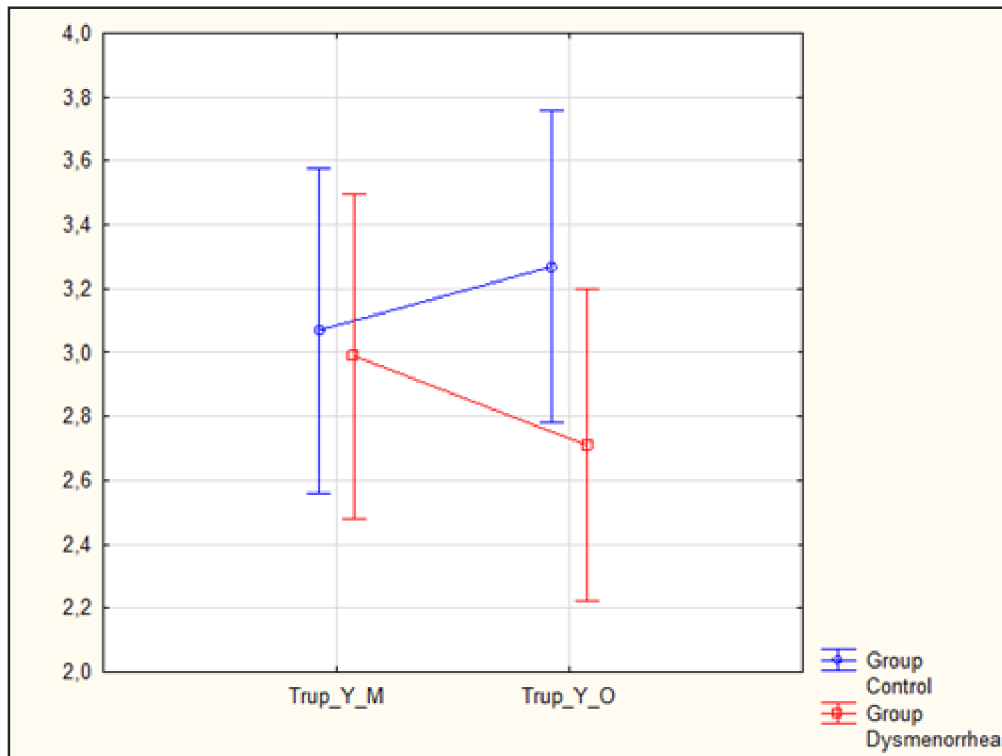
Průměrné hodnoty pohybu trupu ve frontální rovině.



Poznámka. Trup_Y_M_K – křivka pohybu trupu ve frontální rovině během menstruační fáze MC u kontrolní skupiny, Trup_Y_O_K – křivka pohybu trupu ve frontální rovině během ovulační fáze MC u kontrolní skupiny, Trup_Y_M_D – křivka pohybu trupu ve frontální rovině během menstruační fáze MC u skupiny s dysmenoreou, Trup_Y_O_D – křivka pohybu trupu ve frontální rovině během ovulační fáze MC u skupiny s dysmenoreou.

Obrázek 20

ANOVA graf rozsahu pohybu trupu ve frontální rovině.

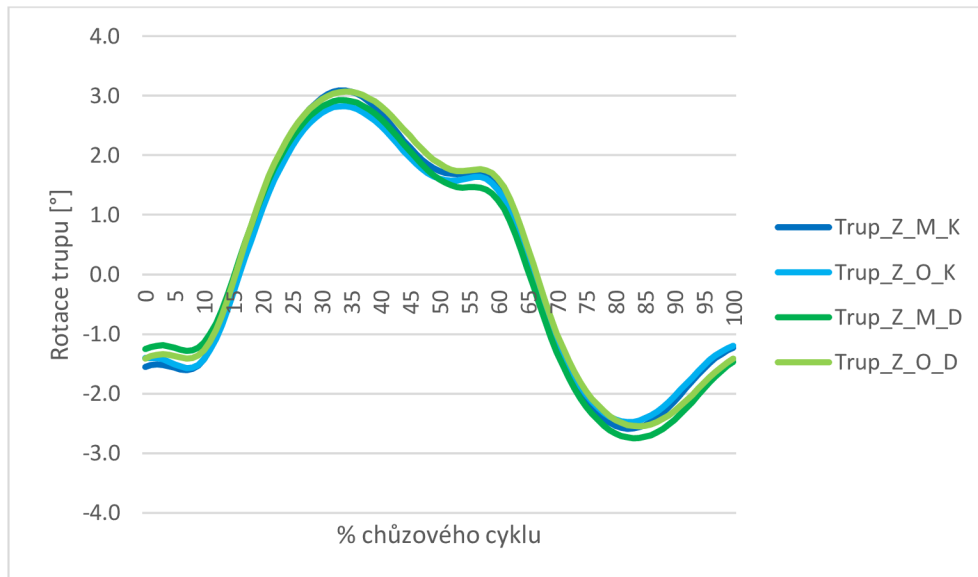


Poznámka. Trup_Y_M – rozsah pohybu trupu ve frontální rovině v menstruační fázi MC, Trup_Y_O – rozsah pohybu trupu ve frontální rovině v ovulační fázi MC.

Na obrázku 19 a 20 je zobrazen pohyb trupu ve frontální rovině. Navzdory malým odlišnostem v grafickém zobrazení nebyl zjištěn statisticky významný výsledek v žádné z porovnávaných skupin. Tedy ani při srovnání skupin s PD ve fázi ovulace a menstruace ani při komparaci skupiny s dysmenoreou a kontrolní, které byly porovnávány v průběhu menstruačních i ovulačních fází MC.

Obrázek 21

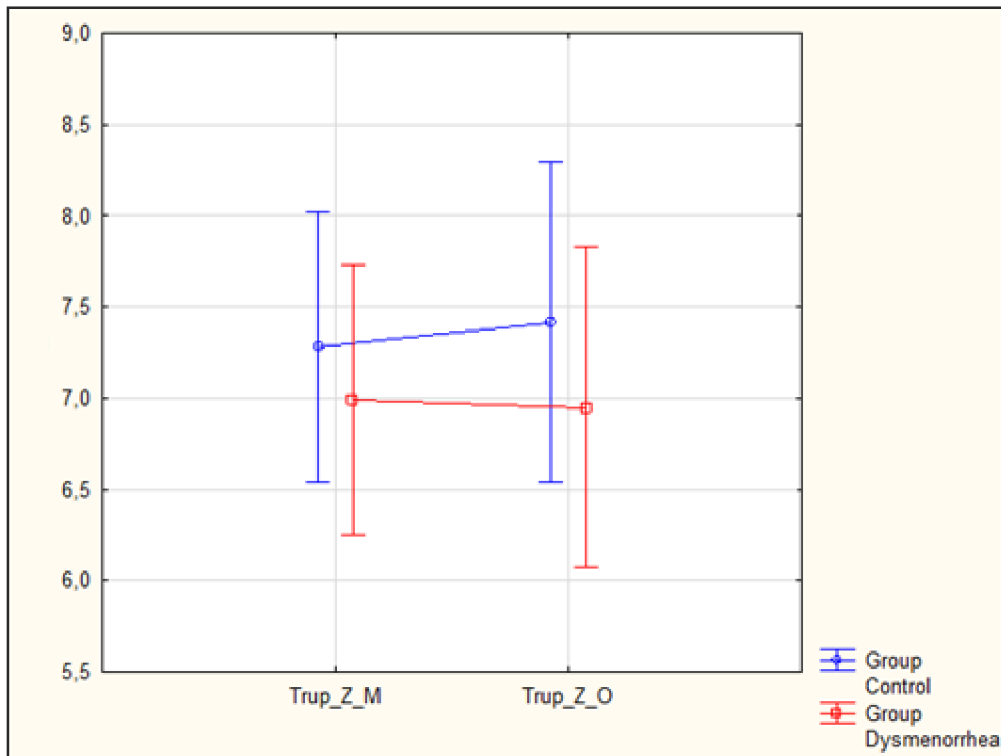
Průměrné hodnoty pohybu trupu v transverzální rovině.



Poznámka. Trup_Z_M_K – křivka pohybu trupu v transverzální rovině během menstruační fáze MC u kontrolní skupiny, Trup_Z_O_K – křivka pohybu trupu v transverzální rovině během ovulační fáze MC u kontrolní skupiny, Trup_Z_M_D – křivka pohybu trupu v transverzální rovině během menstruační fáze MC u skupiny s dysmenoreou, Trup_Z_O_D – křivka pohybu trupu v transverzální rovině během ovulační fáze MC u skupiny s dysmenoreou.

Obrázek 22

ANOVA graf rozsahu pohybu trupu transverzální rovině.



Poznámka. Trup_Z_M – rozsah pohybu trupu ve transverzální rovině v menstruační fázi MC, Trup_Z_O – rozsah pohybu trupu v transverzální rovině v ovulační fázi MC.

Obrázky 21 a 22 vyobrazují pohyb trupu v transverzální rovině. Mezi jednotlivými křivkami jsou patrné pouze minimální rozdíly, což dokazují také statistické výsledky. V rozsahu pohybu trupu v transverzální rovině při chůzi nebyly nalezeny signifikantní rozdíly mezi žádnými z porovnávaných skupin.

6 DISKUSE

Tato diplomová práce se zabývala provedením chůze žen s primární dysmenoreou v různých fázích menstruačního cyklu. Cílem bylo zhodnotit pohyb pánve a trupu v sagitální, frontální a transverzální rovině v menstruační a periovulační fázi MC a následně ho porovnat s kontrolní skupinou zdravých žen. Pohyb byl hodnocen v menstruační a periovulační fázi MC, jelikož tyto fáze disponují nejnižší a nejvyšší hladinou estrogenů (Lee et al., 2013). Pro účely diplomové práce byla ovulační fáze MC určována kalendářní metodou v kombinaci s použitím ovulačních testů detekujících LH z moči. Dle autorů Janse De Jonge et al. (2019) je to považováno za dostatečné, ovšem pro zlepšení kvality výzkumů v oblasti MC doporučují kombinaci kalendářní metody s detekcí nárůstu LH v moči a měřením sérových koncentrací estrogenu a progesteronu ze vzorku krve. Měření sérových koncentrací z krve ale nebylo možné v rámci této studie uskutečnit. Vylučovacím kritériem pro účast ve výzkumu bylo užívání hormonální antikoncepce v posledních šesti měsících. Důvodem je, že hormonální antikoncepce zásadně ovlivňuje hladiny pohlavních hormonů. Představuje totiž zdroj exogenních steroidních hormonů (Balachandar et al., 2017), v jehož důsledku se snižují jejich hladiny endogenní. Prostřednictvím negativní zpětné vazby v hypotalamu pak dochází k zabránění ovulace (Hampson, 2020). Z výzkumného souboru byly vyřazeny také těhotné ženy a ženy po porodu. Některé studie totiž uvádějí, že porod je spojen se snížením prevalence či závažnosti PD (Ferries-Rowe et al., 2020; Juang et al., 2006; Karout et al., 2021).

Tento výzkum byl založen na hodnocení rozsahu pohybu pánve a trupu při chůzi. Chůze je totiž hlavní formou lokomoce člověka rozvíjející se již v ontogenezi (Kolář et al., 2009). Je unikátní pro každého jedince, závislá na interakci mnoha tělesných systémů a její provedení je narušeno jakýmkoliv onemocněním či úrazem (Perry & Burnfield, 2010). Zároveň existují spolehlivé objektivní metody pro její analýzu (Janura et al., 2012). V tomto výzkumu byla chůze hodnocena metodou 3D kinematické analýzy za pomoci optoelektronického systému Vicon. Jedná se o neinvazivní, přesnou a rychlou metodu hodnocení pohybu (Janura & Zahálka, 2004; Schmid et al., 2016). V současné době neexistuje mnoho studií zabývajících se vlivem menstruačního cyklu a přítomností patologie interních orgánů na chůzi. Pro hodnocení změn chůzového stereotypu v různých fázích menstruačního cyklu za přítomnosti patologie v podobě PD bylo nutné nejprve znát chůzový stereotyp zdravých žen v různých fázích MC. Proto v loňském roce proběhla první etapa tohoto výzkumu, která hodnotila pohyb pánve a trupu při chůzi u 18 mladých zdravých žen. Skupina zdravých žen tedy sloužila jako kontrolní skupina pro letošní část výzkumu zaměřujícím se na ženy s dysmenoreou, jejichž hodnoty byly vzájemně porovnávány.

Jak již bylo zmíněno v teoretické části práce, kolísání hladin pohlavních hormonů, i přes jejich primární reprodukční funkci, ovlivňuje i ostatní tělesné systémy, včetně muskuloskeletálních tkání (Chidi-Ogbolu & Baar, 2018; McNulty et al., 2020). Existuje předpoklad, že pokud MC ovlivňuje laxicitu svalů a vazů, bude mít vliv i na rovnováhu (Yim et al., 2018). Výzkumy na podporu těchto tvrzení byly prováděny zejména v oblasti kolenního a hlezenního kloubu. Systematický přehled Herzberg et al. (2017) zkoumal laxicitu předního zkříženého vazů, jakožto hlavního stabilizátoru kolenního kloubu. Většina ze zahrnutých studií uvedla zvýšenou laxicitu tohoto vazů během ovulační fáze MC. Výzkum Yim et al., (2018) zase ukázal vyšší svalový tonus m. tibialis anterior, m. peroneus longus a laterální hlavy m. gastrocnemius v menstruační fázi MC. Také bylo zjištěno významné zvýšení posturálních výchylek při balančním úkolu v ovulační fázi MC v porovnání s fází folikulární. Při zkoumání vlivu MC na plantární fascii Petrofsky & Lee (2015) zjistili signifikantní snížení její tloušťky při stožení v ovulační fázi MC. Byla nalezena souvislost mezi zvýšením elasticity plantární fascie a zhoršením rovnováhy při balančních testech v ovulační fázi MC.

V souladu s těmito výzkumy jsou výsledky loňské etapy výzkumu, jehož součástí je i tato diplomová práce. Byl zjišťován ROM pánve a trupu při chůzi v menstruační a periovulační fázi MC zdravých žen. Hodnocení ROM pánve v těchto dvou fázích MC ukázalo statisticky významný rozdíl v rovině sagitální, frontální i transverzální, kdy se větší ROM projevil ve fázi ovulační. Co se týká ROM trupu, při porovnání průměrných hodnot z ovulační a menstruační fáze MC nebyl ani v jedné ze zkoumaných rovin potvrzen statisticky významný výsledek (Ulická, 2023). Kromě pánve byly signifikantní rozdíly nalezeny také v ROM kyčelního a hlezenního kloubu s jejich zvýšením v ovulační fázi MC, které se projevilo v obou případech pouze v rovině sagitální a frontální. Tyto výsledky tedy potvrdily vliv MC na kinematiku pánve a dolních končetin při chůzi (Hrachovinová et al., 2023). Větší ROM těchto segmentů se ukázal v ovulační fázi cyklu, což může být zapříčiněno výše zmíněným vlivem estrogenu na laxicitu vazů. Hladiny estrogenu totiž dosahují v ovulační fázi nejvyšších hodnot. Zvýšená pohyblivost kloubů může vést i ke snížení stability a neuromuskulární kontroly při chůzi (Kaya & Çelenay, 2016).

Tato diplomová práce se zaměřovala na skupinu žen s PD a kladla si za cíl analyzovat pohyb pánve a trupu při chůzi v jednotlivých fázích MC prostřednictvím kinematické analýzy. Přes to, že se v posledních letech stále více hovoří o dříve tabuizovaných tématech, kam spadá i téma bolestivé menstruace, ve vědecké sféře zatím neexistuje dostatek studií, které by se zabývaly spojitostí bolestivé menstruace a pohybového projevu.

Obecně je popisováno, že na nociceptivní stimulaci reaguje VNS. Po přijetí bolestivého signálu se aktivuje sympatický nervový systém a nastane tak posun v rovnováze mezi sympatikem a parasympatikem na koncové orgány (Yeater et al., 2022). Tato dysfunkce

primárně ovlivňuje vazomotorické funkce. Myofasciální pánevní bolest tak může být důsledkem poruchy lokálního průtoku krve, kdy se na základě nedostatku energetických zdrojů ve svalu rozvíjí svalová ztuhlost (Chelimsky et al., 2019). Opakované vystavování bolesti při menstruaci může být příčinou narušení vegetativní rovnováhy (Oladosu et al., 2018). Ve studii Oladosu et al. (2018) zjistili sníženou aktivitu parasymptiku u žen s dysmenoreou, a to nejen v menstruační, ale i v luteální fázi MC. Zvýšený tonus sympatiku tak způsobí regionální ischemii vedoucí k rozsáhlé bolesti (Kulshreshtha & Deepak, 2012). Na základě viscerosomatických vztahů nociceptivní dráždění z vnitřního orgánu vede k reflexní reakci projevující se zvýšením svalového tonu svalů, které mají stejnou inervaci se zdrojem bolesti. Při postižení dělohy se typicky druhotně rozvíjí mimo jiné hypertonus svalů pánevního dna a vzpřimovačů trupu v Th/L oblasti (Kolář et al., 2009).

Z výsledků našeho výzkumu je zřejmé, že ROM pánve a trupu se u žen s PD v periovulační a menstruační fázi MC signifikantně neliší ani v jedné ze zkoumaných anatomických rovin. Tyto závěry jsou v souladu s objevením zvýšené aktivity sympatiku nejen v menstruační, ale také v luteální fázi MC. Převaha aktivity sympatiku může být příčinou zvýšeného svalového napětí, které jak se zdá, přetrvává v průběhu celého MC a pravděpodobně je důvodem omezeného ROM pánve a trupu v menstruační i periovulační fázi MC. Tyto tendence jsou v našem výzkumu nejlépe viditelné na grafech ANOVA, které zobrazují křivky ROM jednotlivých segmentů z menstruační do ovulační fáze MC. Křivky ROM pánve a trupu zdravých žen ukazují zvýšení ROM v periovulační fázi MC. V případě žen s dysmenoreou však většina křivek nevykazuje výrazné změny v ROM mezi menstruační a periovulační fází MC, nebo je patrné snížení ROM ve fázi periovulační. Tyto tendence dokazuje srovnání výsledků loňské a letošní etapy výzkumu. Zdravé ženy vykazovaly signifikantní zvýšení ROM pánve v sagitální, frontální i transverzální rovině v periovulační fázi MC. Dle výsledků letošní etapy výzkumu u žen s PD nebyly potvrzeny signifikantní změny ROM pánve mezi menstruační a periovulační fází MC ani v jedné ze zkoumaných rovin. Poukazuje to nejspíše na přetrvání zvýšeného napětí svalů a absenci jejich relaxace v ovulační fázi MC.

V důsledku bolesti může být také narušena funkce svalů zajišťujících stabilitu středu těla a snížena jejich vytrvalost v lumbopelvicke oblasti (Baran & Yilmaz, 2024). Tento obraz je typický také pro jedince s LBP. Systematický přehled Koch a Hänsel (2018) se zabýval studii testujícími chůzi u jedinců trpících LBP ve srovnání s kontrolní skupinou zdravých. Výsledky ukázaly menší amplitudu pohybu pánve při chůzi, prodloužení fáze pohybu bederní páteře a pánve ve stejném směru, větší variabilitu jednotlivých kroků a v neposlední řadě také větší aktivitu m. erector spinae u skupiny s LBP. Podobné výsledky přinesl i systematický přehled Smith et al. (2022). Kromě narušení koordinace bederní páteře a pánve ve smyslu převahy jejich pohybu ve stejné

fázi a vyšší aktivity paraspinálních svalů, se u jedinců s LBP projevila také pomalejší rychlost chůze a kratší délka dvojroku. Nabízí se tedy porovnání časoprostorových parametrů chůze i u skupin žen s dysmenoreou a zdravých žen bez bolesti. Není to ale předmětem této diplomové práce, ale otázkou budoucího hlubšího výzkumu.

Výsledky výše zmíněných systematických přehledů Koch a Hänsel (2018) a Smith et al. (2022) nebyly zcela shodné. Smith et al. (2022) nepotvrdili změny v amplitudě pohybu hrudní a bederní páteře, pánve, ani kyčelního kloubu při porovnání obou skupin. To je v souladu s našimi výsledky hodnocení trupu. Srovnání ROM trupu žen s dysmenoreou a zdravých žen neprokázalo mezi těmito skupinami statisticky významný rozdíl při měření v periovulační ani menstruační fázi MC v žádné z hodnocených rovin. Z křivek průběhu pohybu trupu v sagitální rovině na obrázku 17 je patrná jeho větší flexe napříč celým GC u obou podmínek žen s dysmenoreou. Výraznější je v menstruační fázi MC. Mohlo by se jednat o antalgickou polohu jako reakci na bolest.

Porovnání amplitud pohybu pánve žen s PD a zdravých žen v periovulační fázi MC ukázalo statisticky významný rozdíl v sagitální rovině. Z obrázku 22 je viditelné, že u kontrolní skupiny došlo k výraznému zvýšení ROM v periovulační fázi MC, zatímco u skupiny žen s dysmenoreou se ROM pánve při ovulaci zásadně nezměnil. To potvrzuje již zmíněná fakta, kdy rozdíl mezi těmito skupinami mohl být dán na základě hormonálně zvýšené laxicity tkání zdravých žen v periovulační fázi MC a zvýšené tuhosti při pohybu v průběhu celého MC žen s dysmenoreou. Práce Karakus et al. (2022) na základě své studie zjistila menší pohyblivost pánve v sagitální rovině u žen s PD oproti kontrolní skupině. Na rozdíl od našeho výzkumu bylo ale měření prováděno ve stoji, a nikoliv při chůzi a nebyla zohledněna konkrétní fáze MC.

Wang et al. (2023) ve své studii potvrdili vztah mezi sagitálním postavením pánve a páteře s PD. Dle jejich výsledků mají ženy trpící PD signifikantně nižší stupeň pánevní incidence, sakrálního sklonu a bederní lordózy, což se pojí s nižším stupněm antevertze pánve. Z grafického znázornění našich výsledků na obrázku 11 je patrný téměř shodný náklon pánve v sagitální rovině u skupiny žen s dysmenoreou při ovulaci a skupiny zdravých žen při menstruaci v průběhu celého GC. U těchto skupin je míra antevertze pánve větší než u zbylých dvou podmínek. U žen s dysmenoreou tedy došlo k paradoxní reakci, ve smyslu zvýšení antevertze pánve v průběhu ovulace, nikoliv menstruace. Z těchto výsledků také vyplývá, že i přes nevýrazný rozdíl v ROM, může být výrazný rozdíl v nastavení segmentu. Větší stupeň antevertze pánve zdravých žen při menstruaci může souviset s hormonálními změnami, na jejichž podkladě dochází ke kontrakcím myometria, které přispívají k vypuzení menstruační tekutiny z dělohy. Antevertzní postavení pánve by také mohlo napomoci odtoku menstruační krve. Měnící se hladiny pohlavních hormonů ovlivňují i tonus kosterních svalů. V menstruační fázi MC byl zjištěn vyšší

tonus m. tibialis anterior a m. peroneus longus (Yim et al., 2018), které navazují na spirální myofasciální řetězec, jehož tah může být příčinou náklonu pánve. Možným důvodem větší antevertze pánve žen s PD v ovulační fázi MC je insuficience HSS páteře s oslabením hlubokých břišních svalů narušující stabilizaci pánve. Není vyloučena ani spojitost náklonu pánve s vyšším tonem svalů pánevního dna a okolních struktur, včetně m. iliopsoas. Tato problematika zatím není jasná a mohla by být předmětem dalšího výzkumu. Hodnocení odchylek pohybu pánve žen s PD oproti zdravým ženám v jejich menstruační fázi nepotvrdilo signifikantní rozdíly v žádné ze zkoumaných anatomických rovin.

Dostupné studie porovnávající ženy s dysmenoreou a zdravé ženy v aspektech souvisejících s pohybovým projevem a zohledňujících fáze MC hodnotí zejména posturální stabilitu. Systematický přehled Pohle et al. (2024) zabývající se hodnocením posturální kontroly v průběhu MC zahrnoval tři studie posuzující posturální kontrolu u žen s PD v porovnání s kontrolní skupinou zdravých žen. Všechny z nich uvedly stejné závěry. Zvýšené posturální výchylky se u žen s PD objevovaly v časně folikulární fázi. Oproti tomu zdravé ženy vykazovaly nejnižší míru posturální stability ve fázi ovulace. Tyto výsledky tedy potvrzují zhoršenou stabilitu v důsledku hormonálně navozeného většího ROM kloubů v ovulační fázi MC zdravých žen. Oproti tomu u žen s PD může pocíťování bolesti potlačit zpracování signálů z vestibulárního ústrojí a proprioceptorů v CNS a zhoršit tak posturální kontrolu. Kekliceck et al. (2022) hodnotili posturální kontrolu u žen s PD v porovnání s kontrolní skupinou zdravých žen, ale na rozdíl od ostatních studií bylo do testování zařazeno kromě neutrálního stoje také stoj se současným motorickým a kognitivním úkolem. Měření se uskutečnilo ve dvou fázích. Jedno z měření probíhalo první den menstruace a druhé v den, který si probandky samy určily, že se cítí psychicky i fyzicky nejlépe. U skupiny žen s PD se projevilo zvýšení posturálních výchylek při současném motorickém úkolu ve fázi menstruace. Zároveň ale bylo zjištěno, že ve fázi cyklu, kdy probandky udávaly, že se cítí dobře byla zhoršená posturální kontrola při současném kognitivním úkolu. V kontrolní skupině žen bez bolesti nebyl nalezen rozdíl v posturální kontrole mezi jednotlivými fázemi MC při stoji se současným motorickým ani kognitivním úkolem. Hodnocení obou skupin mezi sebou nepotvrdilo statisticky významný rozdíl v žádném parametru při měření první den menstruace. V den MC, který ženy si samy vybraly jako pocitově nejlepší bylo při měření se současným kognitivním úkolem mezi skupinami zjištěno signifikantní zvýšení oscilace vlevo, vpřed a vzad u žen s PD. Tyto výsledky ukazují, že trvale pocíťovaná bolest v pravidelných intervalech neustále ovlivňuje zdraví jedinců a může mít i chronické účinky ve smyslu ovlivnění funkce CNS.

Řada studií potvrdila souvislost PD s vyšším rizikem výskytu deprese a úzkosti (Balik et al., 2014; Sahin et al., 2018). Výzkum Çaltekin et al. (2021) zkoumal vztah mezi poruchami spánku,

úzkostí a depresí žen s PD za pomoci dotazníkových šetření. Ukázalo se, že ženy s PD měly signifikantně vyšší bodové skóre dotazníků zaměřených na sníženou kvalitu spánku, ospalost a nespavost oproti kontrolní skupině zdravých žen. Poruchy spánku korelovaly s intenzitou bolesti a přítomností deprese a úzkosti. Feldman et al. (2019) potvrdili souvislost úzkosti s provedením chůze. U probandů trpících úzkostí byla chůze v porovnání s kontrolní skupinou pomalejší, s kratší délkou kroku, menší kadencí a s deficitem v rovnováze. Z výsledků výzkumů tedy vyplývá, že přítomnost PD nemá dopad pouze na fyzickou stránku žen, ale také na psychický stav, který může ovlivnit pohybový projev. Součástí naší studie byl dotazník subjektivního hodnocení zaměřený na aktuální nastavení a vnímání chůze (Příloha 3.), který byl probandkami vyplňován na konci každého měření. Jeho vyhodnocení bude součástí podrobnějšího zpracování dat.

Na základě několika výše zmíněných výzkumů, konkrétně práce Oladosu et al. (2018), která zjistila sníženou aktivitu parasymptiku v menstruační i luteální fázi MC a práce Keklice et al. (2022) která potvrdila, že PD ovlivňuje posturální stabilitu jak během bolestivých, tak během nebolestivých fází MC, spolu s přispěním výsledků naší studie se zdá, že PD není problém pouze v menstruační fázi, ale odráží se na celkovém stavu ženy v průběhu celého MC. Nerovnováha VNS s převahou sympatiku vede ke zvýšenému napětí hladké svaloviny ve stěně dělohy a vazokonstrikci jejich cév způsobující zesílení děložních kontrakcí a ischemickou bolest. V návaznosti na celkově vyšší tonus sympatiku pravděpodobně také dochází k reflexnímu ochrannému stažení svalů v oblasti pánve a trupu, které přetrvává i v ovulační fázi MC. Důsledkem je narušení pohybového projevu ve smyslu snížení ROM pánve a trupu v průběhu chůze.

Při implikaci těchto poznatků do klinické praxe je třeba zdůraznit komplexní práci s tělem ženy. Zaměřit se jak na fyzickou, tak na psychickou stránku a zařazení relaxačních technik do terapie v průběhu celého MC, nejen při bolestivé fázi cyklu. Vzhledem ke zjištění většího náklonu pánve a trupu mohou být přínosné také techniky zlepšující posturální stabilizaci jednotlivých segmentů a proprioceptivní vnímání těla.

6.1 Limity práce

Mezi limity této práce můžeme zařadit absenci přesného stanovení fáze MC metodami s velkou mírou spolehlivosti a malou pravděpodobností chybné interpretace, jako je hodnocení hladin pohlavních hormonů z krevního séra či stanovení ovariální fáze za pomoci gynekologického ultrazvuku. V rámci fakultního výzkumu však nebylo možné tyto metody využít. Limitujícím faktorem může být také časové okno pro provedení měření, které bylo stanoveno

na 72 hodin od pozitivního výsledku ovulačního testu či začátku menstruace. V tomto rozpětí mohlo dojít k fluktuaci předpokládaných hladin hormonů a částečnému zkreslení výsledků. Výsledky měření mohly být také ovlivněny laboratorními podmínkami výzkumu s možným narušením přirozeného pohybového stereotypu. Určité limity představuje i samotná kinematická analýza, ať už se jedná o riziko nepřesného umístění reflexních značek na tělo probandky či jejich posun v důsledku pohybu měkkých tkání při chůzi. Jelikož se jedná o relativně nové téma v oblasti výzkumu, nedostatek existujících vědeckých studií zabývajících se změnami interních orgánů v průběhu MC a vlivu jejich patologie na provedení chůze je tak omezujícím faktorem v rámci interpretace našich výsledků.

7 ZÁVĚRY

Na základě výsledků této práce je možno vyvodit následující závěry:

1. Přítomnost primární dysmenorey ovlivňuje provedení chůze.
2. Rozsah pohybu pánve v sagitální rovině při chůzi je u zdravých žen v periovulační fázi menstruačního cyklu signifikantně větší než u žen s primární dysmenoreou.
3. Rozsah pohybu trupu při chůzi v periovulační fázi menstruačního cyklu se u žen s primární dysmenoreou v porovnání se zdravými ženami signifikantně neliší.
4. Rozsah pohybu pánve a trupu při chůzi v menstruační fázi menstruačního cyklu se u žen s primární dysmenoreou v porovnání se zdravými ženami signifikantně neliší.
5. Rozsah pohybu pánve a trupu při chůzi se v periovulační a menstruační fázi menstruačního cyklu u skupiny žen s primární dysmenoreou signifikantně neliší.

8 SOUHRN

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda se liší kinematika pánve a trupu žen s primární dysmenoreou v periovulační a menstruační fázi menstruačního cyklu a zda existují rozdíly při porovnání těchto parametrů se zdravými ženami.

Teoretická část práce shrnuje poznatky o menstruačním cyklu a hormonech podílejících se na jeho řízení. Následuje kapitola věnována charakteristice dysmenorey, jejímu dělení, prevalenci, etiopatogenezi, rizikovým a protektivním faktorům. Dále je pojednáváno o spojitosti primární dysmenorey s funkčními poruchami pohybového aparátu včetně viscerosomatických a somatoviscerálních vztahů. Velká část práce se zaměřuje na chůzi. Je popsáno její řízení a rozebrán chůzový cyklus. Navazuje kapitola o analýze chůze se zaměřením na kinematickou analýzu a popis kinematiky pánve a trupu při chůzi. Poslední část shrnuje poznatky o vlivu menstruačního cyklu a primární dysmenorey na pohybový projev a chůzi.

Výzkumný soubor tvořilo 18 probandek s primární dysmenoreou ve věkovém rozmezí od 20 do 26 let. Jejich průměrný věk byl $22,6 \pm 2$ let. Kontrolní skupina zdravých žen byla sestavena taktéž z 18 probandek ve věkovém rozmezí od 20 do 26 let, jejichž průměrný věk činil $23,3 \pm 1,7$ let. Samotný výzkum probíhal v laboratoři chůze, kde byla měřena 3D kinematická analýza za pomoci systému Vicon. Každá probandka absolvovala dvě měření. Jedno v periovulační a jedno v menstruační fázi menstruačního cyklu, přičemž obě zahrnovaly stejné úkony. Při každém měření bylo nasnímáno deset pokusů chůze přirozenou rychlostí na uměle vytvořeném chodníku délky deset metrů. Po zpracování dat ze záznamu byl určen rozsah pohybu pánve a trupu v sagitální, frontální a transverzální rovině, a to jak v periovulační, tak v menstruační fázi menstruačního cyklu. Poté následovalo jejich statistické vyhodnocení.

Statisticky významný výsledek byl nalezen při srovnání rozsahu pohybu pánve v sagitální rovině u žen s primární dysmenoreou oproti zdravým ženám v periovulační fázi menstruačního cyklu. V případě trupu nebyly hodnoty signifikantní. Porovnání rozsahu pohybu pánve a trupu těchto dvou skupin žen v menstruační fázi cyklu neukázalo statisticky významné výsledky. Ani ženy s primární dysmenoreou nevykazovaly signifikantní změny v rozsahu pohybu pánve a trupu při srovnání periovulační a menstruační fáze MC. Na základě grafického znázornění pohybu se u žen s primární dysmenoreou projevil větší stupeň náklonu trupu v periovulační i menstruační fázi menstruačního cyklu a větší míra anteverze pánve ve fázi periovulační. Výsledky práce zobrazené na grafech ANOVA ukazují celkově nižší rozsah pohybu žen s primární dysmenoreou v průběhu celého menstruačního cyklu. Viditelné jsou tendence ke snížení pohyblivosti pánve a trupu při ovulaci, ale výsledky nejsou statisticky významné. Podle grafického znázornění tedy existují určité tendence rozdílného pohybu zdravých žen a žen

s primární dysmenoreou mezi menstruační a ovulační fází menstruačního cyklu, což dává prostor pro budoucí vědecké práce.

Výsledky diplomové práce můžeme shrnout takto: přítomnost primární dysmenorey narušuje stereotyp chůze v průběhu celého menstruačního cyklu, nejen během menstruace. Projevuje se to tendencí ke snížení rozsahu pohybu pánve i trupu. Příčinou může být reflexně navozené zvýšené napětí svalů, které přetrvává i v ovulační fázi MC. Pro klinickou praxi proto může být přínosná aplikace relaxačních technik působících jak na fyzické, tak na psychické úrovni v průběhu celého menstruačního cyklu. Vhodné mohou být také techniky stimulující proprioceptory pro zlepšení celkové koordinace těla.

9 SUMMARY

The aim of this master's thesis was to determine whether there are differences in pelvic and trunk kinematics of women with primary dysmenorrhea in the periovulatory and menstrual phases of the menstrual cycle and whether there are differences compared to healthy women.

The theoretical part of the thesis summarizes knowledge about the menstrual cycle and the hormones involved in its regulation. This is followed by a chapter on the characteristics of dysmenorrhea, its classification, prevalence, etiopathogenesis, risk factors, and protective factors. Furthermore, the association of primary dysmenorrhea with functional disorders of the musculoskeletal system, including viscerosomatic and somatovisceral relationships, is discussed. A significant portion of the thesis focuses on gait, describing its control and analyzing the gait cycle. This is followed by a chapter on gait analysis with a focus on kinematic analysis and a description of pelvic and trunk kinematics during gait. The final section summarizes the findings on the influence of the menstrual cycle and primary dysmenorrhea on movement expression and gait.

The research sample consisted of 18 participants with primary dysmenorrhea aged 20 to 26 years, with an average age of 22.6 ± 2 years. A control group of healthy women was also composed of 18 participants aged 20 to 26 years, with an average age of 23.3 ± 1.7 years. The research was conducted in a gait laboratory, where 3D kinematic analysis was performed using the Vicon system. Each participant underwent two measurements: one in the periovulatory and one in the menstrual phase of the menstrual cycle, with both including the same tasks. Ten gait trials were recorded at natural speed on a ten-meter artificial walkway during each measurement. After data processing, the range of motion of the pelvis and trunk in the sagittal, frontal, and transverse planes was determined for both the periovulatory and menstrual phases of the menstrual cycle, followed by their statistical evaluation.

A statistically significant result was found when comparing the range of motion of the pelvis in the sagittal plane among women with primary dysmenorrhea compared to healthy women in the periovulatory phase of the menstrual cycle. No significant differences were observed for the trunk. Comparison of the range of motion of the pelvis and trunk between these two groups of women in the menstrual phase of the cycle did not show statistically significant results. Women with primary dysmenorrhea also did not exhibit significant changes in the range of motion of the pelvis and trunk when comparing the periovulatory and menstrual phases of the menstrual cycle. Based on graphical representation of the movement pattern, there were certain trends of different movement between healthy women and women with

primary dysmenorrhea between the menstrual and ovulatory phases of the menstrual cycle, providing scope for future scientific work.

In summary, the presence of primary dysmenorrhea disrupts the gait pattern throughout the entire menstrual cycle, not just during menstruation, manifested by a tendency towards reduced range of motion of the pelvis and trunk. This may be due to reflexively induced increased muscle tension, which persists even in the ovulatory phase of the menstrual cycle. Therefore, the application of relaxation techniques acting on both physical and psychological levels throughout the menstrual cycle may be beneficial for clinical practice. Techniques stimulating proprioceptors to improve overall body coordination may also be suitable.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abo, S., Smith, D., Stadt, M., & Layton, A. (2022). Modelling female physiology from head to Toe: Impact of sex hormones, menstrual cycle, and pregnancy. *Journal of theoretical biology*, 540, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2022.111074>
- Akhtaruzzaman, M., Shafie, A., A., & Khan, M., R. (2016). Gait analysis: Systems, technologies, and importance. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*. 16(7), 1–45. <https://doi.org/10.1142/S0219519416300039>
- Al-Jefout, M., & Nawaiseh, N. (2016). Continuous Norethisterone Acetate versus Cyclical Drospirenone 3 mg/Ethinyl Estradiol 20 µg for the Management of Primary Dysmenorrhea in Young Adult Women, *Journal of pediatric and adolescent gynecology*, 29(2), 143–147. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2015.08.009>
- Ambler, Z. (2007). Neuropatická bolest – mechanismus, příčiny a možnosti farmakoterapie. *Neurologie pro praxi*, 2, 107–110. Retrieved from: https://www.solen.cz/artkey/neu-200702-0011_neuropaticka_bolest_8211_mechanizmus_priciny_a_moznosti_farmakoterapie.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dfarmakoterapie%2Bv%2Bt%25C4%26sfrom%3D990%26spage%3D30
- Balachandar, V., Marciniak, J. L., Wall, O., & Balachandar, C. (2017). Effects of the menstrual cycle on lower-limb biomechanics, neuromuscular control, and anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 7(1), 136–146. <https://doi.org/10.11138/mltj/2017.7.1.136>
- Balik, G., Ustüner, I., Kağitci, M., & Sahin, F. K. (2014). Is there a relationship between mood disorders and dysmenorrhea?. *Journal of pediatric and adolescent gynecology*, 27(6), 371–374. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2014.01.108>
- Baran, E., & Yılmaz, T. (2024). Investigation of postural sensory organization in women with and without primary dysmenorrhea in three phases of the menstrual cycle. *Gait & posture*, 109, 49–55. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2024.01.009>
- Barbieri R. L. (2014). The endocrinology of the menstrual cycle. *Methods in molecular biology*, 1154, 145–169. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0659-8_7
- Barbu, M., R. (2021). Neurohormonal and pharmacological regulation of oestrogen, progesterone, luteinizing hormone and follicle stimulating hormone over the menstrual cycle – the possible relevance of angiotensin II. *Farmacia*, 69(1), 82–89. <https://doi.org/10.31925/farmacia.2021.1.11>

- Barcikowska, Z., Grzybowska, M. E., Wąż, P., Jaskulak, M., Kurpas, M., Sotomski, M., Starzec-Proserpio, M., Rajkowska-Labon, E., Hansdorfer-Korzon, R., & Zorena, K. (2022). Effect of Manual Therapy Compared to Ibuprofen on Primary Dysmenorrhea in Young Women- Concentration Assessment of C-Reactive Protein, Vascular Endothelial Growth Factor, Prostaglandins and Sex Hormones. *Journal of clinical medicine*, *11*(10), 1–18. <https://doi.org/10.3390/jcm11102686>
- Barcikowska, Z., Rajkowska-Labon, E., Grzybowska, M. E., Hansdorfer-Korzon, R., & Zorena, K. (2020). Inflammatory Markers in Dysmenorrhea and Therapeutic Options. *International journal of environmental research and public health*, *17*(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041191>
- Birch, I., Vernon, W., Walker, J., & Young, M. (2015). Terminology and forensic gait analysis. *Science & justice: journal of the Forensic Science Society*, *55*(4), 279–284. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2015.03.002>
- Bruijn, S. M., Meijer, O. G., van Dieën, J. H., Kingma, I., & Lamoth, C. J. (2008). Coordination of leg swing, thorax rotations, and pelvis rotations during gait: the organisation of total body angular momentum. *Gait & posture*, *27*(3), 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.05.017>
- Caltekin, I., Hamamci, M., Caltekin, M. & Onat, T. (2020). Evaluation of sleep disorders, anxiety and depression in women with dysmenorrhea. *Sleep and Biological Rhythms*, *19*, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s41105-020-00283-9>
- Carmichael, M. A., Thomson, R. L., Moran, L. J., & Wycherley, T. P. (2021). The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *International journal of environmental research and public health*, *18*(4), 1–22. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041667>
- Collins, B. C., Laakkonen, E. K., & Lowe, D. A. (2019). Aging of the musculoskeletal system: How the loss of estrogen impacts muscle strength. *Bone*, *123*, 137–144. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2019.03.033>
- Côté, P., Hartvigsen, J., Axén, I., Leboeuf-Yde, C., Corso, M., Shearer, H., Wong, J., Marchand, A. A., Cassidy, J. D., French, S., Kawchuk, G. N., Mior, S., Poulsen, E., Srbely, J., Ammendolia, C., Blanchette, M. A., Busse, J. W., Bussièrès, A., Cancelliere, C., Christensen, H. W., ... Yu, H. (2021). The global summit on the efficacy and effectiveness of spinal manipulative therapy for the prevention and treatment of non-musculoskeletal disorders: a systematic review of the literature. *Chiropractic & manual therapies*, *29*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s12998-021-00362-9>

- Critchlow, A. J., Hiam, D., Williams, R., Scott, D., & Lamon, S. (2023). The role of estrogen in female skeletal muscle aging: A systematic review. *Maturitas*, *178*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2023.107844>
- Čihák, R. (2016). *Anatomie 2* (3. vyd). Grada.
- Dawood M. Y. (2006). Primary dysmenorrhea: advances in pathogenesis and management. *Obstetrics and gynecology*, *108*(2), 428–441. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000230214.26638.0c>
- de Carvalho, G., Papoti, M., Rodrigues, M. C. D., Foresti, Y. F., de Oliveira Guirro, E. C., & de Jesus Guirro, R. R. (2023). Interaction predictors of self-perception menstrual symptoms and influence of the menstrual cycle on physical performance of physically active women. *European journal of applied physiology*, *123*(3), 601–607. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05086-z>
- Di Gregorio, R., & Vocenas, L. (2021). Identification of Gait-Cycle Phases for Prosthesis Control. *Biomimetics*, *6*(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/biomimetics6020022>
- Di Russo, A., Stanev, D., Sabnis, A., Danner, S. M., Ausborn, J., Armand, S., & Ijspeert, A. (2023). Investigating the roles of reflexes and central pattern generators in the control and modulation of human locomotion using a physiologically plausible neuromechanical model. *Journal of neural engineering*, *20*(6), 1–19. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/acfdcc>
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Grada.
- Earls, J. (2014). *Born to walk: Myofascial Efficiency and the Body in Movement*. Lotus Publishing.
- Esquenazi A. (2014). Gait analysis in lower-limb amputation and prosthetic rehabilitation. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, *25*(1), 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2013.09.006>
- Fadillioglu, C., Stetter, B. J., Ringhof, S., Krafft, F. C., Sell, S., & Stein, T. (2020). Automated gait event detection for a variety of locomotion tasks using a novel gyroscope-based algorithm. *Gait & posture*, *81*, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.06.019>
- Fajrin, I., & Alam, G., & Usman, A. (2020). Prostaglandin level of primary dysmenorrhea pain sufferers. *Enfermería Clínica*, *30*, 5–9. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2019.07.016>
- Farage, M. A., Neill, S., & MacLean, A. B. (2009). Physiological changes associated with the menstrual cycle: a review. *Obstetrical & gynecological survey*, *64*(1), 58–72. <https://doi.org/10.1097/OGX.0b013e3181932a37>
- Feldman, R., Schreiber, S., Pick, C. G., & Been, E. (2019). Gait, balance, mobility and muscle strength in people with anxiety compared to healthy individuals. *Human movement science*, *67*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.102513>

- Ferries-Rowe, E., Corey, E., & Archer, J. S. (2020). Primary Dysmenorrhea: Diagnosis and Therapy. *Obstetrics and gynecology*, *136*(5), 1047–1058. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004096>
- Field-Fote, E. C., Yang, J. F., Basso, D. M., & Gorassini, M. A. (2017). Supraspinal Control Predicts Locomotor Function and Forecasts Responsiveness to Training after Spinal Cord Injury. *Journal of neurotrauma*, *34*(9), 1813–1825. <https://doi.org/10.1089/neu.2016.4565>
- Flori, F., Secciani, F., Capone, A., Paccagnini, E., Caruso, S., Ricci, M. G., & Focarelli, R. (2007). Menstrual cycle-related sialidase activity of the female cervical mucus is associated with exosome-like vesicles. *Fertility and sterility*, *88*(4), 1212–1219. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.01.209>
- Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, *8*(1), 62–73. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578435/>
- Giamberardino, M. A., Berkley, K. J., Iezzi, S., de Bigontina, P., & Vecchiet, L. (1997). Pain threshold variations in somatic wall tissues as a function of menstrual cycle, segmental site and tissue depth in non-dysmenorrheic women, dysmenorrheic women and men. *Pain*, *71*(2), 187–197. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(97\)03362-9](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(97)03362-9)
- Guéguen N. (2012). Gait and menstrual cycle: ovulating women use sexier gaits and walk slowly ahead of men. *Gait & posture*, *35*(4), 621–624. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.011>
- Guertin P. A. (2009). The mammalian central pattern generator for locomotion. *Brain research reviews*, *62*(1), 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2009.08.002>
- Hall J. E. (2015). Endocrinology of the Menopause. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, *44*(3), 485–496. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2015.05.010>
- Halski, T., Ptaszkowski, K., Słupska, L., Dymarek, R., & Paprocka-Borowicz, M. (2017). Relationship between lower limb position and pelvic floor muscle surface electromyography activity in menopausal women: a prospective observational study. *Clinical interventions in aging*, *12*, 75–83. <https://doi.org/10.2147/CIA.S121467>
- Hampson E. (2020). A brief guide to the menstrual cycle and oral contraceptive use for researchers in behavioral endocrinology. *Hormones and behavior*, *119*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2019.104655>
- Han, D. G., & Lee, C. J. (2009). Headache associated with visceral disorders is "parasympathetic referred pain". *Medical hypotheses*, *73*(4), 561–563. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.05.047>

- Hausdorff J. M. (2007). Gait dynamics, fractals and falls: finding meaning in the stride-to-stride fluctuations of human walking. *Human movement science*, 26(4), 555–589. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.05.003>
- Hawkins, S. M., & Matzuk, M. M. (2008). The menstrual cycle: basic biology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1135, 10–18. <https://doi.org/10.1196/annals.1429.018>
- Herbison A. E. (2020). A simple model of estrous cycle negative and positive feedback regulation of GnRH secretion. *Frontiers in neuroendocrinology*, 57, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2020.100837>
- Herssens, N., van Criekinge, T., Saeys, W., Truijien, S., Vereeck, L., van Rompaey, V., & Halleman, A. (2020). An investigation of the spatio-temporal parameters of gait and margins of stability throughout adulthood. *Journal of the Royal Society Interface*, 17(166), 1–11. <https://doi.org/10.1098/rsif.2020.0194>
- Herzberg, S. D., Motu'apuaka, M. L., Lambert, W., Fu, R., Brady, J., & Guise, J. M. (2017). The Effect of Menstrual Cycle and Contraceptives on ACL Injuries and Laxity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(7), 1–10. <https://doi.org/10.1177/2325967117718781>
- Hoffman D. (2011). Understanding multisymptom presentations in chronic pelvic pain: the inter-relationships between the viscera and myofascial pelvic floor dysfunction. *Current pain and headache reports*, 15(5), 343–346. <https://doi.org/10.1007/s11916-011-0215-1>
- Holtzman, D. A., Petrocco-Napuli, K. L., & Burke, J. R. (2008). Prospective case series on the effects of lumbosacral manipulation on dysmenorrhea. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 31(3), 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.02.005>
- Horst, F., Lopuschkin, S., Samek, W., Müller, K. R., & Schöllhorn, W. I. (2019). Explaining the unique nature of individual gait patterns with deep learning. *Scientific reports*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38748-8>
- Hrachovinová, S., Klein, T., & Svoboda, Z. (2023). Gait in different phases of the menstrual cycle. In J. Kimijanová & F. Hlavačka (Eds.), *9th International posture symposium* (pp. 83–86). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/978-2-8325-1232-6>
- Huthwelker, J., Konradi, J., Wolf, C., Westphal, R., Schmidtman, I., Schubert, P., Drees, P., & Betz, U. (2023). Reference values and functional descriptions of transverse plane spinal dynamics during gait based on surface topography. *Human movement science*, 88, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2022.103054>
- Chelimsky, G. G., Yang, S., Sanses, T., Tatsuoka, C., Buffington, C. A. T., Janata, J., McCabe, P., Dombroski, M. A., Ialacci, S., Hijaz, A., Mahajan, S., Zolnoun, D., & Chelimsky, T. C. (2019). Autonomic neurophysiologic implications of disorders comorbid with bladder pain

- syndrome vs myofascial pelvic pain. *Neurourology and urodynamics*, 38(5), 1370–1377. <https://doi.org/10.1002/nau.23995>
- Chidi-Ogbolu, N., & Baar, K. (2019). Effect of Estrogen on Musculoskeletal Performance and Injury Risk. *Frontiers in physiology*, 9, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01834>
- Iacovides, S., Avidon, I., & Baker, F. C. (2015). What we know about primary dysmenorrhea today: a critical review. *Human reproduction update*, 21(6), 762–778. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmv039>
- Ikeda, K., Horie-Inoue, K., & Inoue, S. (2019). Functions of estrogen and estrogen receptor signaling on skeletal muscle. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 191, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2019.105375>
- Itani, R., Soubra, L., Karout, S., Rahme, D., Karout, L., & Khojah, H. M. J. (2022). Primary Dysmenorrhea: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment Updates. *Korean journal of family medicine*, 43(2), 101–108. <https://doi.org/10.4082/kjfm.21.0103>
- Itriyeva K. (2022). The normal menstrual cycle. *Current problems in pediatric and adolescent health care*, 52(5), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2022.101183>
- Janse DE Jonge, X., Thompson, B., & Han, A. (2019). Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(12), 2610–2617. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002073>
- Janura, M., & Zahálka, F. (2004). *Kinematická analýza pohybu člověka*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Janura, M., Vařeka, I., Lehnert, M., & Svoboda, Z. (2012). *Metody biomechanické analýzy pohybu*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Joyce, K. M., Good, K. P., Tibbo, P., Brown, J., & Stewart, S. H. (2021). Addictive behaviors across the menstrual cycle: a systematic review. *Archives of women's mental health*, 24(4), 529–542. <https://doi.org/10.1007/s00737-020-01094-0>
- Juang, C. M., Yen, M. S., Twu, N. F., Horng, H. C., Yu, H. C., & Chen, C. Y. (2006). Impact of pregnancy on primary dysmenorrhea. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics*, 92(3), 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2005.12.006>
- Kannan, P., Cheung, K. K., & Lau, B. W. (2019). Does aerobic exercise induced-analgesia occur through hormone and inflammatory cytokine-mediated mechanisms in primary dysmenorrhea? *Medical hypotheses*, 123, 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2018.12.011>
- Kapandji, I. A. (1974). *The Physiology of the Joints. Vol. 3, The Trunk and the Vertebral Column* (2nd ed.). Churchill Livingstone.

- Karakus, A., Balaban, M., Kaya, D. O., & Celenay, S. T. (2022). Lumbopelvic muscle endurance, morphology, alignment, and mobility in women with primary dysmenorrhea: A case-control study. *Clinical biomechanics*, *92*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2022.105582>
- Karout, S., Soubra, L., Rahme, D., Karout, L., Khojah, H., & Itani, R. (2021). Prevalence, risk factors, and management practices of primary dysmenorrhea among young females. *BMC Women's Health*, *21*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12905-021-01532-w>
- Kaya, D., Ö. & Çelenay, Ş., T. (2016). Fluctuations of state anxiety, spinal structure, and postural stability across the menstrual cycle in active women. *Turkish journal of medical sciences*, *46*(4), 977–984. <https://doi.org/10.3906/sag-1501-13>
- Keklicek, H., Sermenli Aydin, N., Can, H. B., Dönmez Aydin, D., Yilmazer Kayatekin, A. Z., & Uluçam, E. (2021). Primary dysmenorrhea and postural control: Is it a problem only during menstruation?. *Gait & posture*, *85*, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.01.019>
- Kido, A., Koyama, T., Kataoka, M., Yamamoto, A., Saga, T., Turner, R., & Togashi, K. (2007). Physiological changes of the human uterine myometrium during menstrual cycle: preliminary evaluation using BOLD MR imaging. *Journal of magnetic resonance imaging: JMRI*, *26*(3), 695–700. <https://doi.org/10.1002/jmri.21061>
- Kim, M. J., Baek, I. H., & Goo, B. O. (2016). The relationship between pelvic alignment and dysmenorrhea. *Journal of physical therapy science*, *28*(3), 757–760. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.757>
- Koch, C., & Hänsel, F. (2018). Chronic Non-specific Low Back Pain and Motor Control During Gait. *Frontiers in psychology*, *9*, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02236>
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén.
- Kolář, P., & Lewit, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, *5*, 270–275. Retrieved from: https://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-200505-0010_Vyznam_hlubokeho_stabilizacniho_systemu_v_ramci_vertebrogennich_obtizi.php
- Kračmar, B., Chrástková, M., & Bačáková, R. (2016). *Fylogeneze lidské lokomoce*. Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum.
- Kulkarni, A., & Deb, S. (2019). Dysmenorrhoea. *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine*, *29*(10), 286–291. <https://doi.org/10.1016/j.ogrm.2019.06.002>
- Kulshreshtha, P., & Deepak, K. K. (2013). Autonomic nervous system profile in fibromyalgia patients and its modulation by exercise: a mini review. *Clinical physiology and functional imaging*, *33*(2), 83–91. <https://doi.org/10.1111/cpf.12000>

- Lacquaniti, F., Ivanenko, Y. P., & Zago, M. (2012). Patterned control of human locomotion. *The Journal of physiology*, *590*(10), 2189–2199. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.215137>
- Leblanc, D. R., Schneider, M., Angele, P., Vollmer, G., & Docheva, D. (2017). The effect of estrogen on tendon and ligament metabolism and function. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, *172*, 106–116. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.06.008>
- Lee, H., Petrofsky, J. S., Daher, N., Berk, L., Laymon, M., & Khowailed, I. A. (2013). Anterior cruciate ligament elasticity and force for flexion during the menstrual cycle. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, *19*, 1080–1088. <https://doi.org/10.12659/MSM.889393COP>
- Lewis, C. L., Laudicina, N. M., Khuu, A., & Loverro, K. L. (2017). The Human Pelvis: Variation in Structure and Function During Gait. *Anatomical record*, *300*(4), 633–642. <https://doi.org/10.1002/ar.23552>
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně* (5. vyd.). Sdělovací technika.
- Lewit, K., & Lepšíková, M. (2008). Chodidlo – významná část stabilizačního systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, *15*(3), 99–104. Retrieved from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2008-3/chodidlo-vyznamna-cast-stabilizacniho-systemu-2174/download?hl=cs>
- Lin, J., Halaki, M., & Leaver, A. (2023). Limited evidence of altered gait parameters in people with chronic nonspecific low back pain. *Gait & posture*, *99*, 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.11.001>
- Liu, J., Lockhart, T., Kim, S. (2018). Prediction of the spatio-temporal gait parameters using internal sensors. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, *18*(7), 1–8. <https://doi.org/10.1142/S021951941840002X>
- Luengas-C, L., Camaro, E., & Sánchez, G. (2015). Modeling and simulation of normal and hemiparetic gait. *Frontiers of Mechanical Engineering*, *10*(3), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11465-015-0343-0>
- MacWilliams, B. A., Rozumalski, A., Swanson, A. N., Werve, R. A., Dykes, D. C., Novacheck, T. F., & Schwartz, M. H. (2013). Assessment of three-dimensional lumbar spine vertebral motion during gait with use of indwelling bone pins. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, *95*(23), 1841–1848. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.01469>
- Madle, K., Svoboda, P., Stribny, M., Novak, J., Kolar, P., Busch, A., Kobesova, A., & Bitnar, P. (2022). Abdominal wall tension increases using Dynamic Neuromuscular Stabilization

- principles in different postural positions. *Musculoskeletal science & practice*, 62, 1–7.
<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2022.102655>
- Marek, J. (2005). *Syndrom kostrče a pánevního dna* (2. vyd.). Triton.
- Maybin, J. A., & Critchley, H. O. (2015). Menstrual physiology: implications for endometrial pathology and beyond. *Human reproduction update*, 21(6), 748–761.
<https://doi.org/10.1093/humupd/dmv038>
- McKenna, K. A., & Fogleman, C. D. (2021). Dysmenorrhea. *American family physician*, 104(2), 164–170. Retrieved from <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2021/0800/p164.html>
- McNulty, K. L., Elliott-Sale, K. J., Dolan, E., Swinton, P. A., Ansdell, P., Goodall, S., Thomas, K., & Hicks, K. M. (2020). The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrheic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine*, 50(10), 1813–1827. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01319-3>
- Messinis, I. E., Messini, C. I., & Dafopoulos, K. (2014). Novel aspects of the endocrinology of the menstrual cycle. *Reproductive biomedicine online*, 28(6), 714–722.
<https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2014.02.003>
- Mihm, M., Gangooly, S., & Muttukrishna, S. (2011). The normal menstrual cycle in women. *Animal reproduction science*, 124(3-4), 229–236.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.030>
- Mlčoch, Z. (2008). Vertebrogenní algický syndrom. *Medicína pro praxi*, 5(11), 437–439.
 Retrieved form: https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-200811-0009_Vertebrogenni_algicky_syndrom.php
- Mun, K. R., Guo, Z., & Yu, H. (2016). Restriction of pelvic lateral and rotational motions alters lower limb kinematics and muscle activation pattern during over-ground walking. *Medical & biological engineering & computing*, 54(11), 1621–1629.
<https://doi.org/10.1007/s11517-016-1450-8>
- Nandy, A., Chakraborty, S., Chakraborty, J., & Venture (2021). *Modern methods for affordable clinical gait analysis: Theories and applications in healthcare systems*. Elsevier.
- Nelson, K. & Glonek, T. (2015). *Somatic Dysfunction in Osteopathic Family Medicine*. Wolters Kluwer Health.
- Neumannová, K., Janura, M., Kováčiková, Z., Svoboda, Z., & Jakubec, L. (2015). *Analýza chůze osob s chronickou obstrukční plicní nemocí*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Nosková, P. (2011). Bolest nenádorového původu v gynekologii a možnosti její léčby. *Praktická gynekologie*, 15(2), 87–92. Retrieved from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/prakticka-gynekologie/2011-2/bolest-nenadoroveho-puvodu-v-gynekologii-a-moznosti-jeji-lecby-35172>

- Nunez-Troconis, J., Carvallo, D., & Martínez-Núñez, E. (2021). Primary Dysmenorrhea: pathophysiology. *Investigación Clínica, 62*(4), 378-406. <https://doi.org/10.22209/IC.v62n4a08>
- Oladosu, F. A., Hellman, K. M., Ham, P. J., Kochlefl, L. E., Datta, A., Garrison, E. F., Steiner, N. D., Roth, G. E., & Tu, F. F. (2019). Persistent autonomic dysfunction and bladder sensitivity in primary dysmenorrhea. *Scientific reports, 9*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38545-3>
- Panero, E., Digo, E., Ferrarese, V., Dimanico, U., & Gastaldi, L. (2021). Multi-Segments Kinematic Model of the Human Spine during Gait. *IEEE international symposium on medical measurements and applications*. <https://doi.org/10.1109/MeMeA52024.2021.9478594>
- Panjabi M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders, 5*(4), 383–397. <https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001>
- Parker, E. A., Meyer, A. M., Goetz, J. E., Willey, M. C., & Westermann, R. W. (2022). Do Relaxin Levels Impact Hip Injury Incidence in Women? A Scoping Review. *Frontiers in endocrinology, 13*, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.827512>
- Payne, L. A., Seidman, L. C., Sim, M. S., Rapkin, A. J., Naliboff, B. D., & Zeltzer, L. K. (2019). Experimental evaluation of central pain processes in young women with primary dysmenorrhea. *Pain, 160*(6), 1421–1430. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001516>
- Perry, J. & Burnfield, J. (2010). *Gait analysis: Normal and pathological function* (2nd ed.). SLACK.
- Petrofsky, J., & Lee, H. (2015). Greater Reduction of Balance as a Result of Increased Plantar Fascia Elasticity at Ovulation during the Menstrual Cycle. *The Tohoku journal of experimental medicine, 237*(3), 219–226. <https://doi.org/10.1620/tjem.237.219>
- Pfister, A., West, A. M., Bronner, S., & Noah, J. A. (2014). Comparative abilities of Microsoft Kinect and Vicon 3D motion capture for gait analysis. *Journal of medical engineering & technology, 38*(5), 274–280. <https://doi.org/10.3109/03091902.2014.909540>
- Pilka, R. (2017). *Gynekologie*. Maxdorf.
- Pohle, C., Becker, L., & Baumeister, J. (2024). Alterations of postural control across the menstrual cycle - A systematic review. *Gait & posture, 107*, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.09.010>
- Powell, A. M., Chan, W. Y., Alvin, P., & Litt, I. F. (1985). Menstrual-PGF2 alpha, PGE2 and TXA2 in normal and dysmenorrheic women and their temporal relationship to

- dysmenorrhea. *Prostaglandins*, 29(2), 273–290. [https://doi.org/10.1016/0090-6980\(85\)90208-4](https://doi.org/10.1016/0090-6980(85)90208-4)
- Prins, M. R., Bruijn, S. M., Meijer, O. G., van der Wurff, P., & van Dieën, J. H. (2019). Axial Thorax-Pelvis Coordination During Gait is not Predictive of Apparent Trunk Stiffness. *Scientific reports*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37549-9>
- Proctor, M. L., Hing, W., Johnson, T. C., & Murphy, P. A. (2006). Spinal manipulation for primary and secondary dysmenorrhoea. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2006(3), 1–27. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002119.pub3>
- Prokešová, M. (2017). Aktuální trendy v konzervativní léčbě pánevního dna z pohledu fyzioterapie. *Umění fyzioterapie*, 3, 19–31.
- Reitmaier, S., & Schmidt, H. (2020). Review article on spine kinematics of quadrupeds and bipeds during walking. *Journal of biomechanics*, 102, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.109631>
- Richards, J. (2008). *Biomechanics in teh clinic and research: An interactive teaching and learning course*. Churchill Livingstone.
- Rob, L., Martan, A., & Ventruba, P. (2019). *Gynekologie* (3. vyd.). Galén.
- Rodríguez-Torres, J., López-López, L., Cabrera-Martos, I., Prados-Román, E., Granados-Santiago, M., & Valenza, M. C. (2020). Effects of an Individualized Comprehensive Rehabilitation Program on Impaired Postural Control in Women With Chronic Pelvic Pain: A Randomized Controlled Trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 101(8), 1304–1312. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.02.019>
- Rokyta, R., & Höschl, C. (Eds.). (2015) *Bolest a regenerace v medicíně*. Axonite CZ.
- Roztočil, A. (2011). *Moderní gynekologie*. Grada.
- Rychlíková, E. (2016). *Manuální medicína: průvodce diagnostikou a léčbou vertebrogenních poruch* (5. Vyd.). Maxdorf.
- Sahin, N., Kasap, B., Kirli, U., Yeniceri, N., & Topal, Y. (2018). Assessment of anxiety-depression levels and perceptions of quality of life in adolescents with dysmenorrhea. *Reproductive health*, 15(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12978-018-0453-3>
- Sachedina, A., & Todd, N. (2020). Dysmenorrhea, Endometriosis and Chronic Pelvic Pain in Adolescents. *Journal of clinical research in pediatric endocrinology*, 12(1), 7–17. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.galenos.2019.2019.S0217>

- Serrano-Imedio, A., Calvo-Lobo, C., Casañas-Martin, C., Garrido-Marin, A., & Pecos-Martin, D. (2022). Myofascial Pain Syndrome in Women with Primary Dysmenorrhea: A Case-Control Study. *Diagnostics*, 12(11), 1–52. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112723>
- Shermon, S., Docherty, J., Yao, S., & Capobianco, J. (2019). An Osteopathic Approach to Diagnosing and Treating Perimenstrual Disorders. *Osteopathic Family Physician*, 11(4), 32–40. Retrieved from <https://ofpjournal.com/index.php/ofp/article/view/584>
- Schmalenberger, K. M., Tauseef, H. A., Barone, J. C., Owens, S. A., Lieberman, L., Jarczok, M. N., Girdler, S. S., Kiesner, J., Ditzen, B., & Eisenlohr-Moul, T. A. (2021). How to study the menstrual cycle: Practical tools and recommendations. *Psychoneuroendocrinology*, 123, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2020.104895>
- Schmid, S., Studer, D., Hasler, C. C., Romkes, J., Taylor, W. R., Lorenzetti, S., & Brunner, R. (2016). Quantifying spinal gait kinematics using an enhanced optical motion capture approach in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait & posture*, 44, 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.12.036>
- Skaličková-Kováčiková, V. (2020). *Vojtova metoda není jen technika: vedení fyzioterapie dětského pacienta Vojtovou metodou, praktické zkušenosti*. RL-CORPUS.
- Slíva, J., Kozák, J., & Černý, R. (2011). *Farmakoterapie neuropatické bolesti: průvodce ošetřujícího lékaře*. Maxdorf.
- Smirnova, V., Khamaturova, R., Kharin, N., Yaikova, E., Baltina, T., & Sachenkov, O. (2022). The Automatization of the Gait Analysis by the Vicon Video System: A Pilot Study. *Sensors*, 22(19), 1–12. <https://doi.org/10.3390/s22197178>
- Smith, J. A., Stabbert, H., Bagwell, J. J., Teng, H. L., Wade, V., & Lee, S. P. (2022). Do people with low back pain walk differently? A systematic review and meta-analysis. *Journal of sport and health science*, 11(4), 450–465. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.02.001>
- Stallbaum, J., H., Santana da Silva, F., Saccol, M., F., & Braz, M., M. (2018). Postural control of woman with primary dysmenorrhea in different phases of the menstrual cycle. *Fisioterapia e Pesquisa*, 25(1), 74–81. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17243825012018>
- Stijak, L., Kadija, M., Djulejić, V., Aksić, M., Petronijević, N., Marković, B., Radonjić, V., Bumbaširević, M., & Filipović, B. (2015). The influence of sex hormones on anterior cruciate ligament rupture: female study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 23(9), 2742–2749. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3077-3>

- Stöckel, T., Jacksteit, R., Behrens, M., Skripitz, R., Bader, R., & Mau-Moeller, A. (2015). The mental representation of the human gait in young and older adults. *Frontiers in psychology*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00943>
- Suchomel, T. (2006). Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 13(3), 112–124. Retrieved from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-3/stabilita-v-pohybovem-systemu-a-hluboky-stabilizacni-system-podstata-a-klinicka-vychodiska-4883>
- Svoboda, Z., & Janura, M. (2010). Využití 3D kinematické analýzy chůze pro potřeby rehabilitace – systém Vicon MX. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 17(1), 26–31. Retrieved from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2010-1/vyuziti-3d-kinematicke-analyzy-chuze-pro-potreby-rehabilitace-system-vicon-mx-32750>
- Svoboda, Z., Janura, M., & Rosický, J. (2020). *Chůze osob s transtibiální amputací*. Univerzita Palackého v Olomouci
- Takahashi, T. A., & Johnson, K. M. (2015). Menopause. *The Medical clinics of North America*, 99(3), 521–534. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2015.01.006>
- Tardieu, C., Bonneau, N., Hecquet, J., Boulay, C., Marty, C., Legaye, J., & Duval-Beaupère, G. (2013). How is sagittal balance acquired during bipedal gait acquisition? Comparison of neonatal and adult pelves in three dimensions. Evolutionary implications. *Journal of human evolution*, 65(2), 209–222. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.06.002>
- Thiyagarajan D. K., Basit H., & Jeanmonod R. (2021). Physiology, Menstrual Cycle. StatPearls publishing. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500020/>
- Thompson, N. E., Demes, B., O'Neill, M. C., Holowka, N. B., & Larson, S. G. (2015). Surprising trunk rotational capabilities in chimpanzees and implications for bipedal walking proficiency in early hominins. *Nature communications*, 6, 1–7. <https://doi.org/10.1038/ncomms9416>
- Tichý, M. (2006). *Dysfunkce kloubu (II, Pánev)*. Miroslav Tichý.
- Tichý, M. (2009). *Dysfunkce kloubu (VII, Řetězení a viscerovertebrální vztahy)*. Miroslav Tichý.
- Tu, C. H., Niddam, D. M., Chao, H. T., Chen, L. F., Chen, Y. S., Wu, Y. T., Yeh, T. C., Lirng, J. F., & Hsieh, J. C. (2010). Brain morphological changes associated with cyclic menstrual pain. *Pain*, 150(3), 462–468. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.05.026>
- Ulická, A. (2023). Kinematická analýza pohybu panvy a trupu v rámci chůzového cyklu u žen v periovulačnej a menštruačnej fáze menštruačného cyklu. [Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury]. <https://theses.cz/id/oio321/>

- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita. Část 1. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 115–121. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/280087667_Posturalni_stabilita_Cast_1
- Vařeka, I., Bednář, M., Vařeková, R. (2016). Robotická rehabilitace chůze. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 112(2), 168–172. Retrieved from: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2016-2-9/roboticka-rehabilitace-chuze-57772>
- Vařeka, I., Janura, M., & Vařeková, R. (2018). Kineziologie chůze. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 25(2), 81–86. Retrieved from: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2018-2-14/kineziologie-chuze-105730>
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2. vyd.). Triton.
- Verbruggen, S. W., & Nowlan, N. C. (2017). Ontogeny of the Human Pelvis. *Anatomical record*, 300(4), 643–652. <https://doi.org/10.1002/ar.23541>
- Vincent, K., Warnaby, C., Stagg, C. J., Moore, J., Kennedy, S., & Tracey, I. (2011). Dysmenorrhoea is associated with central changes in otherwise healthy women. *Pain*, 152(9), 1966–1975. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.03.029>
- Wang, J., He, X., Zhu, C., Ding, H., Feng, G., Yang, X., Liu, L., & Song, Y. (2023). The relationship between spino-pelvic alignment and primary dysmenorrhea. *Frontiers in surgery*, 10, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1125520>
- Whittle, M., W. (2007). *Gait analysis: an introduction* (4th ed.). Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Wu, J., Maurenbrecher, H., Schaer, A., Becsek, B., Awai Easthope, C., Chatzipirpiridis, G., Ergeneman, O., Pané, S., & Nelson, B. J. (2022). Human gait-labeling uncertainty and a hybrid model for gait segmentation. *Frontiers in neuroscience*, 16, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.976594>
- Yacubovich, Y., Cohen, N., Tene, L., & Kalichman, L. (2019). The prevalence of primary dysmenorrhea among students and its association with musculoskeletal and myofascial pain. *Journal of bodywork and movement therapies*, 23(4), 785–791. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.006>
- Yamamotová, A., & Papežová, H. (2010). Patofyziologie vztahu bolesti a deprese. *Psychiatrie pro praxi*, 11(3), 110–114. Retrieved from: https://www.solen.cz/artkey/psy-201003-0006_Patofyziologie_vztahu_bolesti_a_deprese.php
- Yamin, N. A. A., Basaruddin, K. S., Abu Bakar, S., Salleh, A. F., Mat Som, M. H., Yazid, H., & Hoang, T. D. (2022). Quantification of Gait Stability During Incline and Decline Walking: The

- Responses of Required Coefficient of Friction and Dynamic Postural Index. *Journal of healthcare engineering*, 2022, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/7716821>
- Yang, Y. T., Yoshida, Y., Hortobágyi, T., & Suzuki, S. (2013). Interaction between thorax, lumbar, and pelvis movements in the transverse plane during gait at three velocities. *Journal of applied biomechanics*, 29(3), 261–269. <https://doi.org/10.1123/jab.29.3.261>
- Yeater, T. D., Cruz, C. J., Cruz-Almeida, Y., & Allen, K. D. (2022). Autonomic Nervous System Dysregulation and Osteoarthritis Pain: Mechanisms, Measurement, and Future Outlook. *Current rheumatology reports*, 24(6), 175–183. <https://doi.org/10.1007/s11926-022-01071-9>
- Yim, J., Petrofsky, J., & Lee, H. (2018). Correlation between Mechanical Properties of the Ankle Muscles and Postural Sway during the Menstrual Cycle. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 244(3), 201–207. <https://doi.org/10.1620/tjem.244.201>
- Yu, W. Y., Ma, L. X., Zhang, Z., Mu, J. D., Sun, T. Y., Tian, Y., Qian, X., & Zhang, Y. D. (2021). Acupuncture for Primary Dysmenorrhea: A Potential Mechanism from an Anti-Inflammatory Perspective. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2021, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2021/1907009>
- Yunus M. B. (2007). Fibromyalgia and overlapping disorders: the unifying concept of central sensitivity syndromes. *Seminars in arthritis and rheumatism*, 36(6), 339–356. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2006.12.009>

11 PŘÍLOHY

11.1 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. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 15.11.2022 byl projekt doktorské práce

Autor /hlavní řešitel/: **MUDr. Světlana Hrachovinová**

s názvem **Provedení chůze u žen s primární dysmenoreou v různých fázích menstruačního cyklu**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **82/2022**

dne: **24. 11. 2022**

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

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

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

11.2 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Název projektu:

Provedení chůze u žen s primární dysmenoreou v různých fázích menstruačního cyklu

Jméno:

Datum narození:

Telefonní číslo:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data 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 moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Datum:

11.3 Dotazník subjektivního hodnocení

Datum a čas měření:Fáze MC:Pozitivní test/zač. MC: Studijní číslo:.....

Dominantní dolní končetina:

Výška:

Hmotnost:

Menstruační pomůcky: *obvykle* vložka – tampon – kalíšek; *nyní*: vložka – tampon - kalíšek

Analgetika dnes užitá (název, množství):

Dotazník – subjektivní hodnocení

A) MÉ AKTUÁLNÍ NASTAVENÍ

1) Cítím se:

špatně... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... dobře

2) Energie:

únava... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... svěžest

3) Bolí mě:

vůbec... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... hodně

4) Napětí:

žádné... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... velké

5) Stres:

pohoda... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... stres

6) Strach:

bezpečí... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... strach

B) CHŮZI DNES VNÍMÁM:

1) Přirozeně:

nepřirozeně... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... přirozeně

2) Lehce:

těžce... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... lehce

3) Ladně:

těžkopádně... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... ladně

4) Uvolněně:

staženě... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... uvolněně

5) Při chůzi mě bolí:

0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

C) STOJ NA 1 NOZE – uveďte pro každou dolní končetinu zvlášť

1) Stabilita:

P: nestabilita... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... stabilita

L: nestabilita... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... stabilita

2) Síla:

P: slabost... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... síla

L: slabost... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... síla

3) Narůstající únava:

P: žádná... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... velká

L: žádná... 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10... velká