

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2012

Veronika SMUTKOVÁ

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Fakulta tělesné kultury

Vliv gravidity na změnu krokového cyklu

Diplomová práce

Autorka: Veronika Smutková

Vedoucí práce: Prof. PhDr. František Vaverka, CSc.

Olomouc 2012

Abstrakt

Jméno a příjmení autora: Veronika Smutková

Název diplomové práce: Vliv gravidity na změnu krokového cyklu.

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: Prof.PhDr. František Vaverka, CSc.

Rok obhajoby diplomové práce: 2012

Abstrakt: Teoretická část práce se zabývá problematikou chůze, silových plošin, těhotenství u lidí a problematikou chůze v těhotenství. Ve výzkumné části jsme sledovali změny časových a silových parametrů a velikostí impulzů sil způsobené postupujícím těhotenstvím. Studie se zúčastnily 3 zdravé těhotné ženy. Měření se uskutečnilo pomocí dynamické analýzy. Byly použity dvě dynamometrické plošiny Kistler. Výsledky byly zpracovány formou kazuistik a vzájemně porovnány. Ke statistickému zpracování jsme vybrali ANOVA pro opakovaná měření. Byl nalezen klesající trend ve veškerých zkoumaných silových parametrech. Konstatovali jsme, že tento efekt je charakteristický pro chůzi těhotných a označili ho jako „změkčení kroku“.

Klíčová slova:

Chůze, krokový cyklus, těhotenství, dynamická analýza

Author's first name and surname: Veronika Smutková

Title of the thesis: Influence of gravidity on the changing step cycle.

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: prof. PhDr. František Vaverka, CSc

The year of presentation: 2012

Abstract: The theoretical part describes the issues of gait, force platforms, human pregnancy and problems associated with gait during pregnancy. The practical section describes our research focusing on selected force and the time parameters of gait as well as the impulses of forces caused by progressing gravidity. The study involved 3 healthy pregnant women. Measurements have been performed using two dynamometric Kistler platforms. The measurements were made as casuistries and mutually compared. The dynamic analyses were carried out using ANOVA for repeat measurements. We detected a declining trend in all force parameters. We established that this effect describes the gait adopted by pregnant women and label it as a “softening of the step”.

Keywords:

gait, step cycle, gravidity, pregnancy, dynamic analyses

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala své rodině, za trpělivou podporu a pomoc při studiu, bez nichž by vznik této práce byl mnohonásobně obtížnější. Současně bych chtěla poděkovat všem vyučujícím, jejichž znalosti, zkušenosti a přístup k práci pro mě byly inspirací a motivací k dalšímu studiu. Jmenovitě pak panu profesorovi Vaverkovi za trpělivý a vstřícný přístup, panu Petru Bartošovi a RNDr. Milanu Elfmarkovi. Taktéž těm, kteří mi přímo pomáhali při tvorbě této práce svými připomínkami a radami. Neméně i probandkám, které si v průběhu svého prvního těhotenství našly čas na pravidelnou dlouhodobou spolupráci.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí prof. PhDr. Františka Vaverky, CSc., uvedla veškeré použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

.....

Veronika Smutková

Evidenční list knihovny

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena evidence vypůjčovatelů, kteří budou řádně citovat pramen převzaté literatury.

Seznam zkratek

COP – centre of pressure

DK – dolní končetina

F3 - maximální hodnota anterioposteriorní síly v brzdící fázi

F4 - maximální hodnota anterioposteriorní síly v akcelerační fázi

F5 - maximální hodnota vertikální síly v brzdící fázi

F6 - maximální hodnota vertikální síly v akcelerační fázi

Fx - mediolaterální komponenta reakční síly

Fy - ventrodorsální komponenta reakční síly

Fz - vertikální komponenta reakční síly

GRF – ground reaction force vector

I3 - impuls anterioposteriorní síly v brzdící fázi

I4 - impuls anterioposteriorní síly v akcelerační fázi

I7 - celkový impuls vertikální síly

LBP – low back pain

LCA – přední zkřížený vaz kolene

LDA - linear discriminant analysis

SVM - support vector machine

T1 - doba trvání jednoho kroku

T11 - doba trvání dvojí opory

T12 - doba celého krokového cyklu

T2 - doba trvání brzdící fáze

T2% - relativní doba trvání brzdící fáze vztažená k době trvání jednoho kroku

T3 - doba trvání akcelerační fáze

T3% - relativní doba trvání akcelerační fáze vztažená k době trvání jednoho kroku

Obsah

1	Úvod	11
2	Teoretická část.....	12
2.1	Chůze jako základní pohybový projev člověka	12
2.1.1	Náš kvadrupedální původ.....	12
2.1.2	Chůze	13
2.1.3	Krokový cyklus	13
2.2	Metodologie analýzy chůze	17
2.2.1	Vyšetření chůze v klinické praxi.....	17
2.2.2	Laboratorní analýza chůze.....	18
2.2.3	Reakční síly podložky	19
2.3	Těhotenství a pohyb u člověka	21
2.3.1	Anatomické změny v těhotenství	21
2.3.2	Zvětšení lidského mozku a následné zvětšení mozkovny	21
2.3.3	Mechanické zvláštnosti v průběhu těhotenství.....	22
2.3.4	Měkké tkáně v průběhu těhotenství.....	23
2.3.5	Bolesti zad a pánve v průběhu těhotenství.....	24
2.3.6	Léčba	27
2.4	Přehled výzkumů chůze v těhotenství.....	29
3	Cíle a úkoly práce.....	33
4	Metodika	34
4.1	Měřené subjekty.....	34
4.2	Použitá metoda	35
4.3	Průběh a organizace měření.....	38
4.4	Statistické zhodnocení.....	40

5	Výsledky.....	42
5.1	Časové proměnné.....	42
5.1.1	Rychlost chůze	42
5.1.2	Doba trvání jednoho kroku.....	46
5.1.3	Relativní doba trvání brzdící fáze vztažená k době trvání jednoho kroku.....	50
5.1.4	Relativní doba trvání akcelerační fáze vztažení k době trvání jednoho kroku	54
5.1.5	Doba trvání dvojí opory	58
5.1.6	Doba celého krokového cyklu	62
5.2	Silové proměnné.....	66
5.2.1	Maximální hodnota anterioposteriorní síly v brzdící fázi	66
5.2.2	Maximální hodnota anterioposteriorní síly v akcelerační fázi	70
5.2.3	Maximální hodnota vertikální síly v brzdící fázi.....	74
5.2.4	Maximální hodnota vertikální síly v akcelerační fázi	78
5.3	Velikost impulzů síly	82
5.3.1	Impulz anterioposteriorní síly v brzdící fázi.....	82
5.3.2	Impulz anterioposteriorní síly v akcelerační fázi	86
5.3.3	Celkový impulz vertikální síly.....	90
6	Diskuse.....	94
7	Závěr	100
8	Seznamy.....	101
8.1	Referenční seznam	101
8.2	Seznam obrázků	104
8.3	Seznam tabulek	108
9	Přílohy.....	110
9.1	Příloha č.1 – vyjádření Etické komise	111
9.2	Příloha č.2 – Informovaný souhlas	112

9.3 Příloha č.3 – Stručné relevantní anamnézy..... 113

1 Úvod

Lidská chůze jako prostředek lokomoce se vyvíjí v rámci ontogeneze a je po dýchání druhou nejčastěji prováděnou motorickou činností. Její principy jsou obsažené v motorických vzorech, jež jsou vrozené, ale výsledný obraz je poněkud variabilní a pro každého jedince individuálně charakteristický. Chůze není neměnnou šablonou, ale je proměnlivá s ohledem na efektivitu pohybu, zohledňuje okamžité možnosti a limity fyzické i psychické. Tato individuální variabilita je obrazem plasticity nervové a pohybové soustavy a poskytuje možnost adaptovat se na měnící se podmínky.

Ve své diplomové práci se zaměřuji na interindividuální variabilitu chůze v průběhu těhotenství, kterou vyhodnocuji pomocí dynamické analýzy chůze. Záměrem práce je posoudit variabilitu chůze v těhotenství. Záměrem práce je přispět k poznání, jakým způsobem se ženské tělo adaptuje na tak extrémní a přesto fyziologickou zátěž, jakou je první těhotenství, posoudit zda a jak dochází ke změnám chůze s postupující graviditou.

Stereotyp chůze poskytuje informace o adaptaci organismu na změněné vnitřní a vnější prostředí. Způsob, jakým se mění chůze u primi-gravidních osob, zjistíme prostřednictvím dynamické analýzy chůze.

2 Teoretická část

2.1 Chůze jako základní pohybový projev člověka

2.1.1 Náš kvadrupedální původ

Savci a většina suchozemských obratlovců, kromě člověka, mají páteř, která je více méně v horizontálním postavení. Tak funguje páteř suchozemských obratlovců miliony let, od nejprimitivnějších živočichů po primáty. Někteří z primátů koketují se vzpřímeným držením těla, ale v zásadě se pohybují většinou kvadrupedálně. Všichni savci se tak pohybují v průběhu těhotenství i během porodu. Ne však člověk. Schultz (1969) a jiní se domnívají, že vzpřímená postura u člověka nedosáhla své finální podoby a ještě se v budoucnu bude vyvíjet a nadále přizpůsobovat a optimalizovat.

Nejmarkantnějším projevem nedokonalého vzpřímení je kývavý pohyb ve frontální rovině, který je snadno pozorovatelný při pohledu zepředu. Bývá obvykle pozorován u jiných druhů pokoušejících se o bipedální lokomoci, dětí začínajících s chůzí, těhotných žen, velmi unavených a starých lidí. V těchto případech nefunguje gluteální svalstvo optimálně. Často je jeho síla snížena nebo schází jeho abdukční složka. V takových případech se ladnost chůze vytrácí (Vleeming, 1997).

Vzpřímená postura není pouze nestabilní s ohledem na rovnováhu, ale také křehká. Jde o řetězec nestabilních článků, které na sebe nasedají a navzájem se korigují a ovlivňují. Hlavní důvod nestability vertikálního držení těla oproti tělu drženému v horizontálním postavení je ten, že těžiště kvadrupeda je nízko a jeho opěrná báze široká.

Lidem trvá nejdéle dobu ze všech živočichů získat a vylepšit své držení těla a formu pohybu. Fylogenetický odkaz se opakuje v ontogenezi každého jedince. Dítě začíná s kvadrupedální lokomocí, kolem prvního roku zkouší obě formy a postupem času převládá bipedální forma. Ještě v šesti až sedmi letech není tento vývoj zcela ukončený a další výraznou modifikací prochází v období puberty. Celý proces neprobíhá vždy perfektně a je v celém svém průběhu velmi zranitelný. Další velkou zátěží v životě ženy je pak těhotenství a porod.

Je zřejmé, že od chvíle, kdy se dítě poprvé vertikalizuje, má držení těla ohromný vliv na anatomii jeho těla – obzvláště na dosud neosifikovanou pánev a páteř. Veškeré ortostatické a ortodynamické poměry těla jsou pozměněny s rotací trupu okolo kyčelních kloubů o 90°.

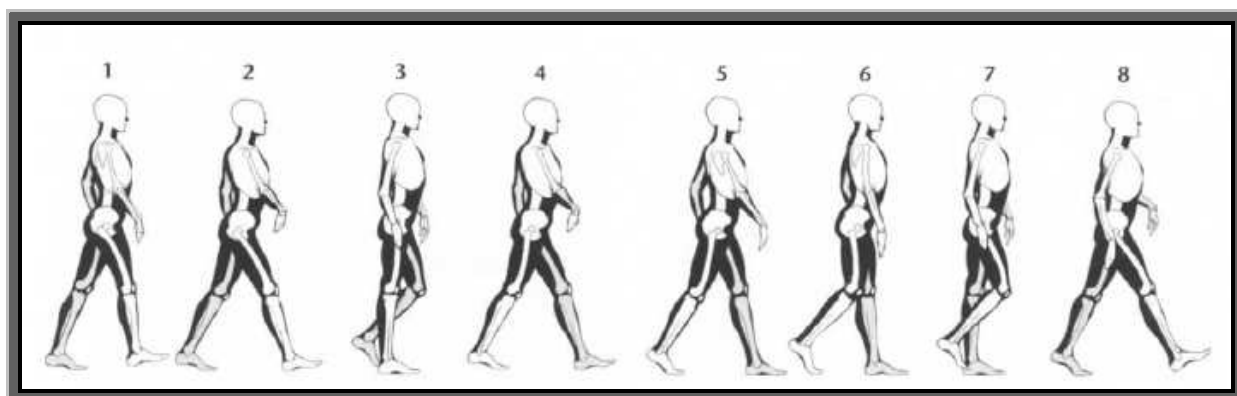
Od tohoto okamžiku přebírá pánev hlavní roli a podpírá celý trup. Dopad na těhotenství a porod je pak ohromný.

Je zapotřebí si též uvědomit, že vzpřímené držení těla neklade změněné nároky pouze na svalový a kosterní systém, ale stejnou měrou i na vnitřní orgány.

2.1.2 Chůze

Chůze je základní lokomoční stereotyp vybudovaný v ontogenezi na fylogeneticky fixovaných principech charakteristických pro každého jedince. Jedná se o komplexní pohybovou funkci, ve které se mohou projevit poruchy pohybového aparátu nebo nervové soustavy.

Pro kvalitativní analýzu chůze je nejjednodušší formou aspekce. Základním předpokladem správného vyšetření chůze aspekcí je znalost krokových fází a kineziologie pohybů segmentů těla v jednotlivých fázích chůze (Kolář, 2009). (Obrázek 1)



Obrázek 1 – jednotlivé fáze chůze pravé DK: 1 – počáteční kontakt, 2 – fáze zatížení, 3 – střed stojné fáze, 4 – terminální fáze stoje, 5 – předšvihová fáze, 6 – počáteční švihová fáze, 7 – střed švihové fáze, 8 – terminální fáze švihu (Kolář, 2009)

2.1.3 Krokový cyklus

Krokový cyklus je definován jako časový interval mezi dvěma následnými událostmi, které se cyklicky opakují (Whittle, 1997). Základní jednotkou chůze je krok. Více následujících kroků tvoří cyklus, jehož prvky se cyklicky opakují. Každý krok začíná noha jako flexibilní struktura a dokončuje jej jako rigidní páka, udržující bilanci těla (Dungl, 2005).

Při chůzi se končetiny střídají ve svých funkcích, přičemž jedna dolní končetina je vždy ve styku se zemí a nachází se v tzv. opěrné fázi a tvoří stabilní oporu pro druhou, volnou, nezatíženou končetinu, která provádí fázi švihovou. Stojná fáze trvá od dotyku paty dané končetiny země a končí odlepením palce téže končetiny od podložky. Fáze švihová začíná právě odlepením palce dané dolní končetiny od země a končí dotekem paty stejné dolní končetiny s podložkou (Gút, 1998). Poměr stojné a švihové fáze 60:40 uvádí většina autorů (Trew & Everett, 1997; Whittle, 1997), Vaughan (1992) upřesňuje tento poměr na 62:38.

Stojná a švihová fáze se dále dělí na jednotlivé subfáze. Ty se v pojetí mnohých autorů liší názvem, nicméně časově jsou ekvivalentní. V literatuře nejčastěji najdeme rozdělení dle **Whittle** (1997). Ten (modifikováno dle Perryho) rozděluje chůzový cyklus do devíti částí

(Obrázek 2):

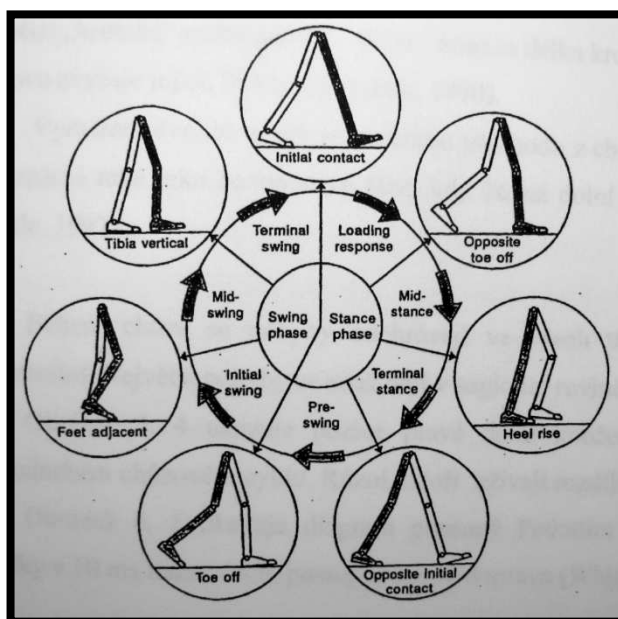
Stojná fáze:

1. *Innitial contact (počáteční kontakt)* – začátek přenášení váhy na stojnou končetinu.
2. *Loading response (reakce na zatížení)* – přenášení váhy v období první dvojí opory, tedy mezi počátečním kontaktem jedné a odlepením palce druhé dolní končetiny.
3. *Opposite toe off (odlepení druhostranného palce)* – palec druhostranné končetiny ztrácí kontakt s podložkou, je to konec první fáze dvojí opory a začátek mezistoje.
4. *Midstance (střed stojné fáze)* – období mezi odlepením palce švihové a zvednutím paty stojné dolní končetiny.
5. *Heel rise (zvednutí paty)* – pata stojné končetiny se začíná odlepovat od podložky, přechodné stádium mezistoje a koncového stoje.
6. *Opposite initial contact (druhostranný počáteční kontakt)* – pata druhostranné končetiny je v kontaktu s podložkou, začátek druhé fáze dvojí opory.

Švihová fáze

7. *Toe off (odlepení palce)* – palec stojné končetiny ztrácí kontakt s podložkou, rozhraní oporové a švihové fáze, odděluje fázi předšvihu a počátečního švihu.
8. *Feet adjacent (přilehlé chodidlo)* – chodidlo švihové dolní končetiny prochází okolo stojné končetiny, končetiny se míjejí, přechod z počátečního švihu v mezišvih.
9. *Tibia vertical (tibia vertikálně)* – tibia švihové končetiny je ve vertikálním postavení, odděluje mezišvih a koncový švih.

Těchto devět determinant rozdělují krokový cyklus do devíti period, přičemž šest z nich se odehrává ve stojné fázi (oporové), kdy je chodidlo v kontaktu se zemí, a tři z nich se odehrávají ve švihové fázi, kdy jde dolní končetina dopředu a není v kontaktu s podložkou (Whittle, 1997).



Obrázek 2 - Rozdělení krokového cyklu dle Whittleho (Whittle, 1997)

Sutherland et al. (1998) dělí krokový cyklus na stojnou fázi (stance phase) a švihovou fázi (swing phase), které dále dělí na subfáze.

Stojná fáze (stance phase):

1. *Počáteční dvojoporová fáze (initial double support.)*
2. *Jednooporová fáze (single limb stance).*
3. *Druhá dvojoporová fáze (second double support).*

Švihová fáze (swing phase):

1. *Počáteční švih (initial swing).*
2. *Mezišvih (mid-swing).*
3. *Konečný švih (terminal swing).*

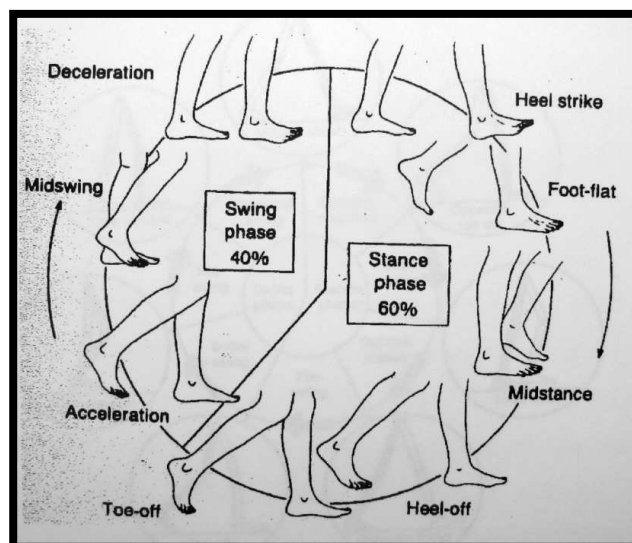
Vaughan et al. (1992) rozděluje celý chůzový cyklus do osmi částí. Pět používá pro stojnou fázi, tři pro švihovou fázi (Obrázek 3).

Stojná fáze se skládá z:

1. *Heel strike (úder paty)* – zahajuje celý chůzový cyklus, dochází k prvnímu kontaktu chodidla s podložkou.
2. *Foot – flat (chodidlo na podložce)* – fáze, kdy je celé chodidlo v kontaktu s podložkou.
3. *Midstance (mezistoj)* – nastává v situaci, kdy švihová končetina mívá při svém pohybu končetinu stojnou.
4. *Heel – off (odlepení paty)* – situace, kdy pata stojné končetiny ztratí kontakt s podložkou.
5. *Toe off (odlepení palce)* – ukončení fáze opory momentem, kdy palec stojné končetiny ztratí kontakt s podložkou.

Švihová fáze se skládá z:

6. *Acceleration (zrychlení)* – nastává po ukončení kontaktu nohy s podložkou.
7. *Midswing (mezišvih)* – situace, kdy je ploska švihové končetiny přímo pod tělem.
8. *Deceleration (zpomalení)* – poslední část fáze, než noha přichází opět do kontaktu s podložkou.



Obrázek 3 - Rozdělení krokového cyklu dle Vaughana (Vaughan, 1992)

Z poněkud odlišného úhlu nahlížel na rozdíly v chůzi u jedinců **Janda**. Všiml si, zda jedinec při realizaci kroku koná relativně nejvýraznější pohyb co do změny velikosti úhlu v kloubu na dolní končetině v kyčli, koleni či kotníku. Podle toho pojmenoval tyto tři variace jako chůzi proximální, peroneální, respektive akrální.

- *Proximální* = *kyčelní* – hlavní pohyb dolních končetin je vykonáván v kyčelních kloubech, přičemž dochází k malému odvinování chodidla. Dominantní svaly jsou flexory kyčelního kloubu, jež bývají přetížené až zkrácené.
- *Peroneální* – chůze tohoto typu je charakteristická výraznější flexí v kolenních kloubech, vnitřní rotací v kyčelních kloubech a everzí nohy.
- *Akrální* – u tohoto typu je přítomno výrazné odvinování chodidla a zvětšená plantární flexe nohy během konečné stojné fáze kroku. Dominantní svalovou skupinou jsou plantární flexory nohy a prstů. Pohyb v kyčelním kloubu je minimální. Osoba s tímto typem chůze má nápadně větší posun těžiště těla ve vertikálním směru.

Vzhledem k velké variabilitě anatomicko-morfologických struktur každého jedince a jedinečnosti v individuálním ontogenetickém vývoji jsou tyto typy chůze orientační. V klinické praxi se setkáváme s daleko širší paletou různých kvalit a stereotypů chůze.

2.2 Metodologie analýzy chůze

2.2.1 Vyšetření chůze v klinické praxi

Ke standardnímu vyšetření ve fyzioterapii patří vyšetření chůze aspekci. Pacient je vyšetřován bos a ve spodním prádle či plavkách. Sledujeme ho zepředu i zezadu a hodnotíme bezpočet parametrů (došlap, hlasitost, odvíjení chodidla, symetrie kroku, extenze kolene a kyčle, pohyby pánve a páteře, souhyby horních končetin, zapojení svalů stěny břišní...).

Pokud je pro diagnostiku stereotyp chůze obzvlášť důležitý, můžeme případné poruchy a zvláštnosti ozřejmit pomocí modifikované chůze. Zde se mohou projevit odchylky, které jsou při normální chůzi skryté. Modifikací chůze rozumíme:

- chůze o zúžené bázi – chůze po čáře může ozřejmit poruchu dynamické rovnováhy způsobené lézí centrální nervové soustavy (mozeček, bazální ganglia)

- chůze po měkkém povrchu – informuje o kvalitě zpracování propriocepce
- chůze pozpátku – ozřejmí omezení extenze v kyčelním kloubu, jež je způsobeno oslabením extenzorů kyčelního kloubu nebo zkrácením jeho flexorů
- chůze s elevací horních končetin s nesením vodorovné desky – potvrdí laterální nestabilitu pánve, jež byla pozorována při přirozené chůzi
- chůze se souběžným kognitivním úkolem – vyloučí vědomou kontrolu chůze
- chůze různou rychlostí – vyšší rychlost zdůrazní odchylky ve stereotypu chůze
- chůze s použitím vnější opory (ortéza, bandáž, ortopedická obuv) – hodnotí se, zda a jak se mění kvalita chůze s použitím pomůcky

2.2.2 Laboratorní analýza chůze

Chůzi můžeme subjektivně hodnotit pomocí aspekce, které se používá běžně v klinické praxi v rámci diagnostiky poruch funkce pohybového aparátu. K objektivizaci a kvantifikaci parametrů a nálezů využíváme biomechanické metody. Mezi hlavní, v dnešní době používané, patří kinematická a dynamická analýza chůze (Janura, 2004; Tošnerová, 2003).

Kinematická analýza se zabývá vzájemným pohybem jednotlivých segmentů těla. Měřené veličiny jsou dráha (úhel), rychlost (úhlová rychlost), zrychlení (úhlové zrychlení) a čas (Gage, 1991).

Dělení kinematických metod uvádějí Janura a Zahálka (2004):

- goniometrie
- akcelerometrie
- stroboskopie
- systémy pracující na elektromagnetickém principu
- systémy využívající akustické senzory
- optoelektrické systémy

Dynamická analýza se zabývá měřením silových parametrů pomocí tenzometrických či piezoelektrických plošin. Mezi dynamické metody řadí Janura:

- dynamometrii (výstupem je velikost maximální síly)
- dynamografii (výstupem je závislost síly na čase)
- pedobarografii (výstupem je rozložení tlakových sil)

Dynamická plantografie je metoda využívající tlakové plošiny s vysokou hustotou tlakových senzorů pro měření rozložení tlaku pod ploskou nohy při chůzi. V České republice jsou v současné době využívány systémy Emed, Footscan a Baropodometer (Vařeka, 2009).

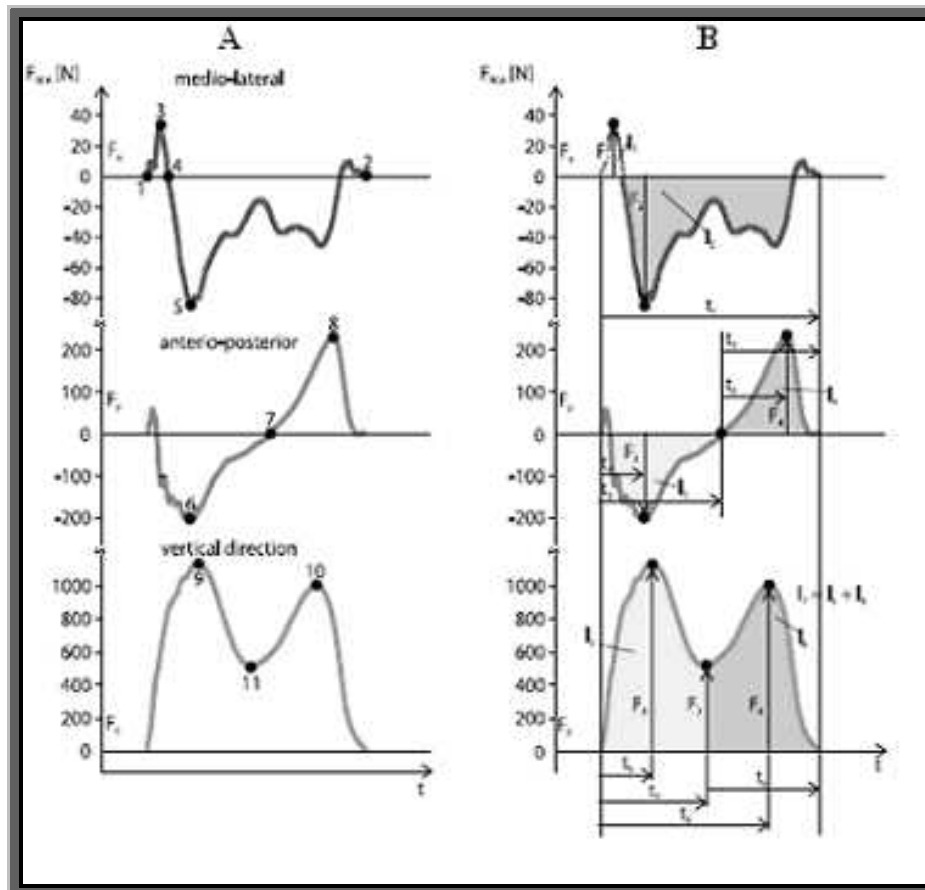
2.2.3 Reakční síly podložky

Při chůzi působí dolní končetiny v opěrné fázi určitou silou na povrch opěrné plochy. Dle třetího Newtonova zákona vzniká působením této akční síly reakční síla o stejné velikosti, orientovaná opačným směrem. Vektor reakční síly je možné rozložit do tří základních komponent – vertikální komponenta (F_z), mediolaterální komponenta (F_x) a ventrodorsální komponenta (F_y).

Vertikální komponenta reakční síly F_z (Obrázek 4) dosahuje při chůzi maxima 100 – 120 % tíhové síly těla. V průběhu pokládání plosky na podložku tato vertikální komponenta reakční síly klesá. Při odvíjení paty se opět F_z zvětšuje a pak postupně klesá až do odvinutí prstů nohy. Tato maxima označujeme jako aktivní vrcholy. Na začátku stojné fáze je často přítomen tzv. pasivní vrchol, který je způsoben silným nárazem paty při kontaktu s podložkou. Pasivní vrchol trvá 10 – 20 ms (Smidt, 1990; Whittle, 1997). Sutherland et al. (1988) popisují první vrchol vertikální složky reakčních sil mezi 12 – 16 % chůzového cyklu a většinou dosahuje do 120 % tělesné váhy. Síla, která má hodnoty pod tělesnou vahou nastává okolo 30 % chůzového cyklu, tzv. mid-stance „žlab“ nastává, když je těžiště ve svém nejvyšším bodě. Druhý vrchol reakčních sil je mezi 40 – 50 % chůzového cyklu. Poté vertikální síla rapidně klesá, asi v 50 % chůzového cyklu, v době dvojité opory a váha je přenášena na druhou končetinu.

Předozadní komponenta reakční síly (F_y) (Obrázek 4) odpovídá při počátečním kontaktu asi 2 % hmotnosti těla a dále se zvětšuje dorsálním směrem. Dorsální směr vektoru je vyjádřen negativní hodnotou a značí působení vektoru ve smyslu zpomalování rychlosti pohybu těla. Během střední stojné fáze vektor F_y mění směr působení na ventrální a hodnoty dosahují

stejných, ale pozitivních hodnot. Křivka má tedy bifázický charakter. Jinými slovy, v první polovině stejné fáze dochází k brzdění, v druhé polovině k propulzi. Směr a působišť reakčních sil v desetimilisekundových intervalech znázorňuje diagram motýla (butterfly diagram). (Obrázek 4) Znázorněny jsou dvě komponenty reakčních sil – složka vertikální a předozadní (Whittle, 1997).



Obrázek 4 - jednotlivé křivky reakční síly, A – označené klíčové body, B – grafické znázornění časových a silových proměnných (Vaverka, F., & Elfmark, M. (2006))

Mediolaterální komponenta reakční síly F_x (Obrázek 4) je všeobecně malá. V mediální směru dosahuje při počátečním kontaktu 8 % tíhové síly. Při jednooporové fázi se mění směr vektoru komponenty F_x v laterální. Mediolaterální složka F_y je při chůzi nejvíce variabilní parametr, z hlediska velikosti i charakteru křivky. Variabilita velikosti a směru F_x závisí na rotaci bérce a dále na inverzním nebo everzním postavení nohy při kontaktu s podložkou.

K měření reakčních sil se používají tensometrické plošiny, ze kterých můžeme vyčíst třídimenzionální popis silového vektoru. Elektrický výstup obsahuje tři silové komponenty popisované výše. Z údajů tensometrických plošin můžeme získat údaj „Center of pressure“ (dále COP). COP udává vážený průměr všech tlakových sil působících na povrchu kontaktní plochy. COP se při chůzi pohybuje po trajektorii od paty přes laterální část plosky nohy, střed plosky nohy k hlavičkám metatarsů a končí u posledního článku palce nohy (Whittle, 1997).

2.3 Těhotenství a pohyb u člověka

2.3.1 Anatomické změny v těhotenství

Nejvýraznější změnou organismu u těhotné je zvětšující se děloha. Z pánve vystupuje na konci 3. měsíce těhotenství, v 6. měsíci dosahuje k pupku, na konci 9. měsíce dva až tři prsty pod processus xiphoideus. Zvětšující se děloha vyklenuje břicho a výrazně mění vzhled ženy. Současně dochází k růstu prsů (Weiss, 2004).

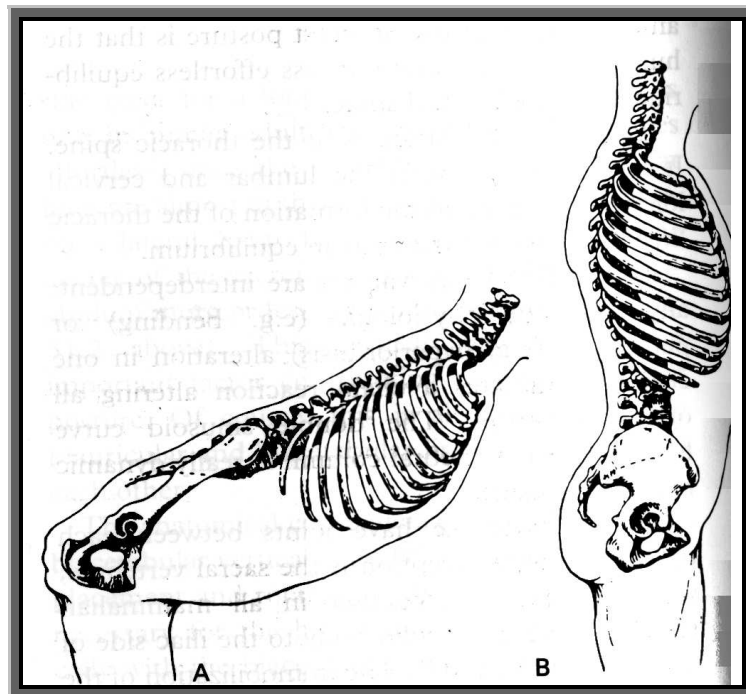
2.3.2 Zvětšení lidského mozku a následné zvětšení mozkovny

Celková přestavba pánve v závislosti na vzpřímeném držení těla je pouze dílčí složka, uvažujeme-li nad porodem u lidí. Enormně velká hlava plodu v termínu porodu je též vývojovou novinkou. Ještě australopithecus (Leutenegger, 1972) neměl hlavu větší než šimpanz. Ke zvětšení došlo částečně u Homo erectus a až donošený plod Homo sapiens má hlavu velkou tak, jak ji známe dnes (Walker&Leakey, 1993). Je možno diskutovat o adaptaci ženského těla na těhotenství a porod při dnešních poměrech v souvislosti se vzpřímeným držením těla.

Vzpřímení s sebou přináší nová zakřivení páteře, která jsou pro bipedální lokomoci výhodná, ale pro těhotenství a zvláště porod jsou nežádoucí. Nejvýrazněji se takto uplatňuje bederní lordóza, promontorium kosti křížové a pozměněný tvar pánve. K tomu je nutno přičíst nedokonalou adaptaci na vzpřímení jako takové. Současně bychom si však měli být stále vědomi toho, že vzpřímené držení těla provází ženu po celý život, kdežto pokročilé těhotenství prožívá žena pouze několikrát za život po relativně krátký časový úsek.

2.3.3 Mechanické zvláštnosti v průběhu těhotenství

Dutina břišní je, relativně vzato, tím menší v kranio-kaudálním směru, čím vertikálněji je držěn trup. Při vzpřímeném držení těla je tedy relativně nejmenší. (Obrázek 5) K tomu přistupuje ještě její zúžení v antero-posteriorním směru o bederní lordózu s prominujícími obratli a postavením kosti křížové. Při těchto poměrech je prostor pro těhotenství v dutině břišní skutečně stěží „tak akorát“. Na úkor plodu pak přestávají mít dostatek místa ostatní břišní orgány. Následně jsou utlačovány i orgány v dutině hrudní a malé pánvi, je vyvíjen zvýšený tlak na břišní stěnu, obratle a pánev i na veškerá ligamenta, svaly a klouby. Při kvadrupedálním způsobu lokomoce k ničemu takovému nedochází. Tam leží plod na stěně břišní a není vyvíjen takto zvýšený tlak na něj ani na jiné orgány (Abitol, 1976).



Obrázek 5 - porovnáním trupu lidoopa (A) a člověka (B) vidíme základní rozdíly, které vznikly rotací těla kolem kyčelních kloubů z horizontálního do vertikálního postavení; 1 - zakřivení páteře, 2 - zkrácení kyčelních kostí, 3 - změna biacetabulárních a biaurikulárních os (Vleeming, 1997)

Jak plod roste, vyklenuje se břicho matky ventrálním směrem a její těžiště se postupně přesune svým průmětem před její opěrnou bázi určenou jejími chodidly. Aby žena udržela svou rovnováhu, dochází k přesunu váhy směrem na paty a k záklonu. To s sebou přináší nové ortostatické a ortodynamické konsekvence. Dochází k přestavbě zakřivení na páteři. Bederní lordóza je vytlačována směrem dozadu a dochází k jejímu relativnímu vyhlazování. Na to reaguje adekvátní změnou i hrudní kyfóza. Tímto mechanismem může docházet k určitým bolestem, protože páteř se ocitá v novém neobvyklém postavení. K tomu je potřeba

přičíst i fakt, že společně se záklonem trupu dochází ke zvýšenému napětí ve svalech stěny břišní, které ještě více zvyšují intraabdominální tlak. Současně dochází k elevaci bránice a další kardiopulmonální souvislosti jsou nasnadě (Vleeming, 1997).

Pro budoucí život ženy je však možná nejzávažnější, že současně se záklonem trupu dochází ke změněnému zatěžování svalů pletence pánevního a hýžďové svalstvo ztrácí část své abdukční funkce (Warwick & Williams, 1973), takže dochází ke kývavému způsobu chůze u pokročilého stupně těhotenství.

To vše má vliv i na křivky páteře, která se v průběhu těhotenství vyhlazuje. Průměrně jsou ženy o 1,8 cm vyšší v době porodu, než byla jejich výška před otěhotněním (Vleeming, 1997).

2.3.4 Měkké tkáně v průběhu těhotenství

Stejně jako pevné struktury pohybového systému jsou změněny i měkké tkáně. Při kvadrupedální lokomoci jsou veškeré orgány dutiny břišní (včetně těhotné dělohy), podpírány břišní stěnou. Při vzpřímení naléhají na pánev a na sebe navzájem. To vyžaduje vyšší míru kontroly svěračů – močových cest i konečníku (Mostwin, 1991). Aby mohlo pánevní dno dostát novým požadavkům, které na něj kladou změněné nároky, stává se silnějším a tužším. Rovněž krček děložní při zvýšených nárocích v těhotenství hypertrofuje, aby byl schopen uzavírat správně děložní kanál. Výsledkem je celkové zbytnění měkkých tkání dna pánevního (Abitbol, 1996).

Existuje tak zvané insuficientní děložní hrdlo, které může být vrozené nebo získané, jež provází slabost svěračů krčku děložního. Ten se otevírá a následkem toho dochází k potratu (Vleeming, 1997).

Když se přiblíží čas porodu, je třeba, aby došlo ve velmi krátkém čase k uvolnění a výraznému roztažení těchto hypertrofovaných tkání. Pokud k tomu nedojde při fyziologickém vypuzení plodu optimálně, dochází k natržení těchto struktur. Nebo v dnešní době k řízeným epizektomiím. Tímto mechanismem vzniklá jizva je trvalá a může působit i vážné obtíže, není-li ošetřena správně (Droegmueller, 1987).

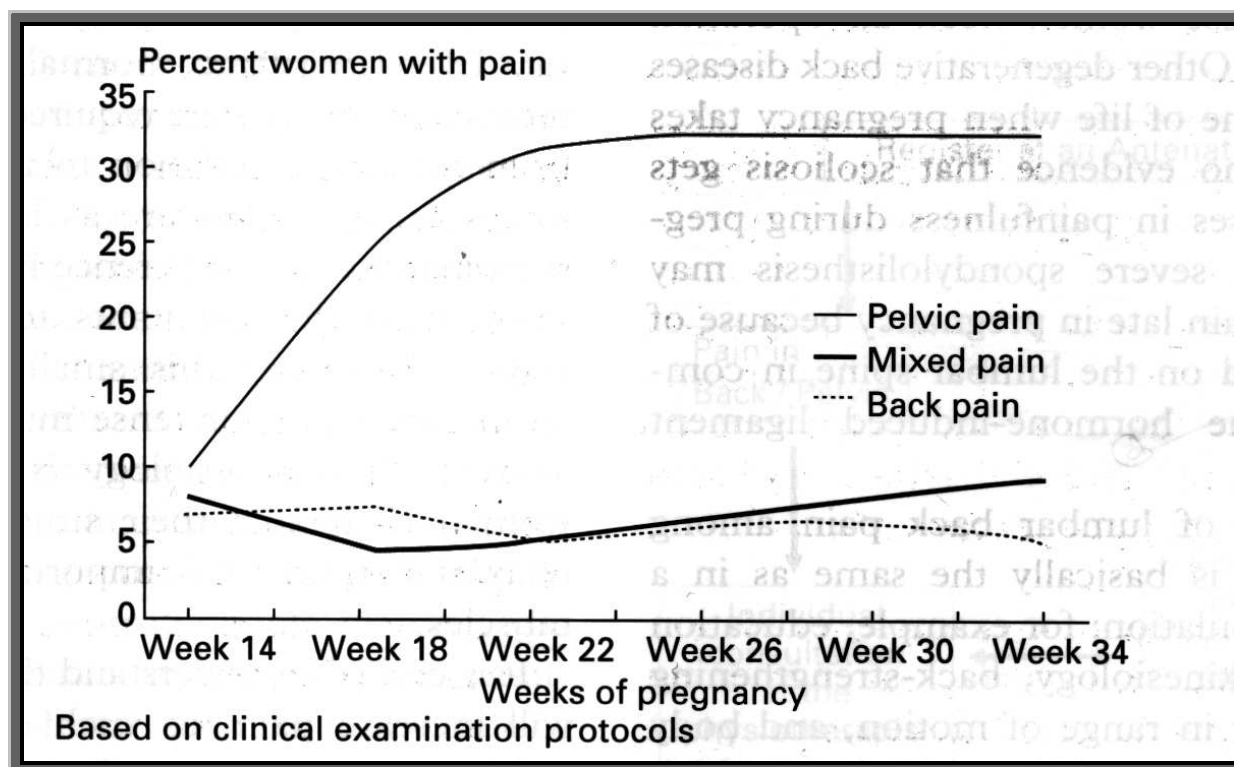
Poporodní rozvolnění pánevního dna může mít za následek inkontinenci moči či stolice, prolaps močového měchýře, konečníku či dělohy. Rovněž může dojít k nevratným změnám v oblasti kloubů a vazů, zejména pánve a páteře, při příliš rychlém zatěžování v poporodním

období. Tyto struktury jsou rozvolněny hormonálním působením především relaxinu (Birnberg + Abitbol, 1959).

K velice odvážnému tvrzení se uchyluje Vleeming, když ve své knize z roku 1997 nastoluje prostor k úvahám, zda-li toto všechno, tedy zvětšení hlavičky plodu v době porodu, vzpřímené držení těla a současné zbytnění měkkých tkání se zvýšeným rizikem porodních poranění a následných infekcí, nemohlo být jednou z příčin vyhynutí druhu člověka neandrtálského.

2.3.5 Bolesti zad a pánve v průběhu těhotenství

Bolestmi zad a pánve a jejich změnami v průběhu těhotenství se zabývali mnozí autoři. Mnohokrát bylo zobrazováno rentgenologicky i jinak rozšíření štěrbin v oblasti spony stydké. To je patrné od osmého týdne těhotenství (Genell, 1949).



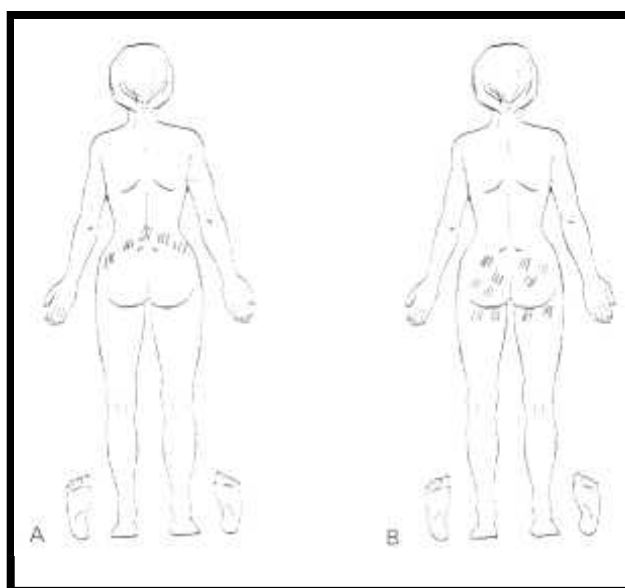
Obrázek 6 - typ bolesti a jejich frekvence v průběhu těhotenství (Östgaard, 1994)

O bolestech zad v průběhu těhotenství po kratší či delší dobu vypovídá 50 – 85 % žen bez ohledu na jejich předchozí fyzickou zdatnost, tělesnou konstituci či váhový přírůstek. Záleží na typu studie a zdroji, ze kterého čerpáme. Při tom se zdá, že tendence je stoupající.

Tedy čím novější je studie, tím vyšší procento můžeme nalézt. O důvodech i důsledcích můžeme pouze spekulovat.

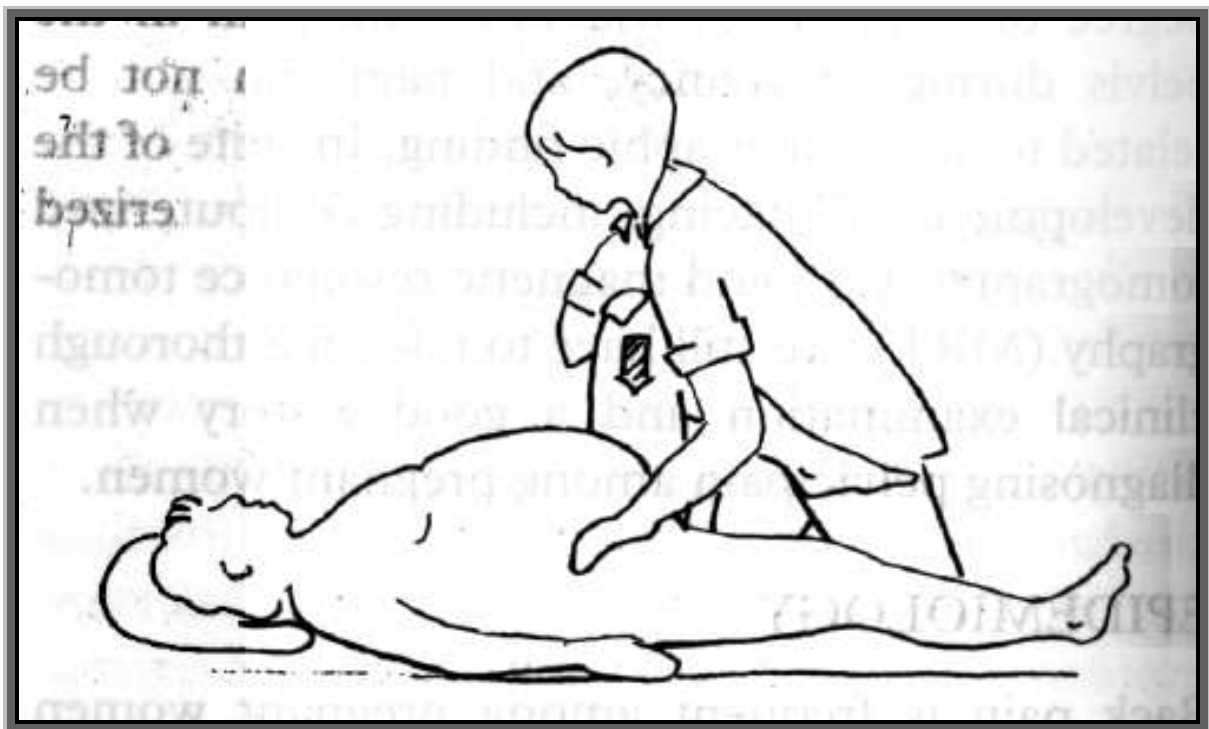
S jistotou lze říci, že na vznik bolestí má zásadní vliv narušení rovnováhy koordinace v oblasti ligament, svalů a kloubů v oblasti pánve. To je s nejvyšší pravděpodobností zapříčiněno kombinací těhotenských hormonů relaxinu, estrogenů a progesteronu, které mají velký vliv na ligamenta v zadní oblasti pánve (Vleeming, 1997). Výsledkem je zvýšená laxicita zapříčiňující mírnou, ale velmi významnou instabilitu v oblasti pánve. Tato teorie se opírá o fakt, že nárůst bolestí koreluje s dobou zvýšené koncentrace relaxinu v období prvního trimestru (MacLennan, 1986) a zvýšenou laxicitou vazů, které nastává mezi dvanáctým a dvacátým čtvrtým týdnem těhotenství (Östgaard, 1993).

Většina prováděných studií se snaží bolesti kategorizovat a podle všemožných testů a zkoušek usuzovat na jejich potenciální vznik. Podle všeho však bohužel bezúspěšně. Obvykle docházejí ke konstatování, že jsou v zásadě těhotenské bolesti dvojího typu – v oblasti beder a oblasti zadního okraje pánve. (Obrázek 6, Obrázek 7) Nebyla však nalezena souvislost, proč má ta která žena bolesti a jiná ne, proč zrovna daný typ bolestí, z jakého důvodu vymizely či se opakovaly, ani proč se jejich charakter při příští atace změnil či zůstal stejný. Důležité však je, že pouze tento typ bolestí bývá chápán jako fyziologický (Vleeming, 1997). Někdy se ještě přidružuje bolest v oblasti symfýzy, která ovšem bývá spojena s bolestí v oblasti pánve. Děje se tak v důsledku hormonálně řízené symfysiolýzy, která je logicky spjatá s vyšší kloubní vůlí v oblasti sacroiliakálního skloubení.



Obrázek 7 - zakreslení bolesti (A) v oblasti beder a (B) při dorzálním okraji pánve (Vleeming, 1997)

Pokud zůstaneme u zmíněné kategorizace, lze ženy s typem bolesti s jejich typickou incidencí v průběhu těhotenství rozdělit, jak ukazuje Obrázek 6 a odeslat s patřičným nálezem na fyzioterapii. Při tom zhruba 10 % žen má současně bolesti obojího druhu. Většina z této skupiny však trpěla bolestmi v oblasti bederní páteře ještě před začátkem těhotenství a bolesti v oblasti pánve se s postupující graviditou přidružily. Co se týče bolestivosti, bývá hůře vnímána bolest v oblasti pánve. Naopak po porodu je intenzivnější bolest v oblasti beder. Taktéž zlepšení stavu a vymizení bolestí je lepší u bolesti v zadní oblasti pánve (Östgaard, 1996). Asi 15% žen zakusí oba typy bolestí jeden po druhém, nikoli současně.



Obrázek 8 - provokační test na bolest při dorzálním okraji pánve (Östgaard, 1994)

Bolest v oblasti zadního okraje pánve bývá testována provokačním testem. (Obrázek 8) Ten není specificky zaměřen na žádnou konkrétní anatomickou strukturu, ale je v praxi velmi užitečný. Jeho specifická je 80 % a senzitivita 81 % (Östgaard, 1994). Pacientka leží na zádech, dolní končetinu bližší k testující osobě má flektovanou v kyčelním kloubu do 90° a volně ohnutou v kloubu kolenním. Testující osoba zafixuje pánev přes druhostrannou spina iliaca anterior superior a současně mírným tlakem zapruží přes flektované koleno v ose

femuru. Test je pozitivní, pokud pacientka při tomto manévru pocítí bolest v zadní části pánve při jejím horním okraji.

Bederní páteř je v dnešní době problematickou oblastí i u netěhotných osob. S její bolestivostí se povětšinou potýkají ženy, které tuto bolest znají již z dřívějšího období.

Studie se veskrze shodují, že takovéto didaktické dělení bolestí má význam s ohledem na terapii. Ta je v obou případech prováděna odlišným způsobem a její záměna může vést ke zhoršení stavu a bolestí budoucí rodičky. Fyzioterapie přispívá významnou měrou k rychlejší a lepší úpravě stavu u těhotných i v časném období po porodu.

Tabulka 1 - Charakteristické znaky pro dělení bolesti na krajinu v oblasti beder a dorzálním regionu pánve

Bolest v oblasti beder	Bolest při dorzálním okraji pánve
Žena již dříve trpěla bolestmi v této oblasti	Žena neudává anamnesticky bolesti zad před těhotenstvím
Při zakreslení umísťuje bolest kraniálněji a blíže k sacru	Při zakreslení umísťuje bolest do oblasti hýždí
Bolestivost a snížený rozsah pohybu v oblasti bederní páteře	Normální rozsah pohybu v oblasti páteře a kyčlí, není podobnost s kořenovým syndromem
Bolestivost při palpaci erektorů páteře	Udávání intervalů bez bolesti a náhlých atak
Negativní provokační test (jak byl popsán v odstavci výše)	Pozitivní provokační test

2.3.6 Léčba

Většina žen s pohybovými obtížemi v průběhu těhotenství má bolesti v oblasti pánve. Příčinou jsou hormonální změny, které nemohou být v těhotenství odstraněny bez velkých nebezpečí pro plod. Proto není možné léčit primární příčinu. Zde je možná pouze ošetření bolestivých a přetížených svalových skupin. Též je na místě podotknout, že bolest pánevního regionu odezní po porodu velmi rychle sama, kdežto svalová bolest může přejít do chronicity (Vleeming, 1997). Ve studii pánů Östgaarda a Anderssona z roku 1992 se píše, že rok a půl po porodu přetrvávají bolestivé obtíže u více než 35 % žen, u kterých se objevily v průběhu

těhotenství. Většina z nich udává zlepšení svého stavu, ale 7 % z nich si stěžuje, že nezaznamenaly žádné zlepšení. Ve skupině žen, které byly o svém stavu řádně poučené a léčené na fyzioterapii již v průběhu těhotenství, mělo přerávající potíže pět měsíců po porodu 11 % žen a jen 3 % z nich nezaznamenaly žádné zlepšení (Östgaard, 1996).

Jako velmi důležitý se jeví fakt, že velikost a intenzita obtíží v těhotenství velmi silně koreluje rychlostí a mírou jejich vymizení po porodu.

2.3.6.1 Léčba bolesti v oblasti beder

Léčba bolesti v oblasti beder v těhotenství je ve své podstatě stejná, jako u netěhotných pacientek. Je třeba přihlídnout pouze k omezení ohledně poloh, které jsou pro ženu nepohodlné a pro plod nevhodné (zvýšený tlak na krajinu břišní a prsy). Také by měl mít fyzioterapeut na paměti, že s postupujícím těhotenstvím dochází k relativní insuficienci břišních svalů v důsledku jejich elongace a možnosti separace přímých břišních svalů od sebe navzájem. To vše v důsledku zvětšování dělohy. Proto by měla být těmto partiím věnována patřičná pozornost, aby byly nežádoucí jevy rozvinuty v co nejmenší míře.

Co se týče herniace disku, byla zaznamenána u 1 z 10 000 těhotných a žádná z nich nepotřebovala operační řešení v průběhu těhotenství (Heliovara, 1987).

O vlivu těhotenství na skoliózu jsem nenašla žádnou konkrétní studii. Lze se pouze domnívat, že ke zlepšení nedochází. Zda je v těchto případech významný vliv na prožitek bolesti z toho nevyplývá. V pozdním těhotenství byly zaznamenány ojedinělé spondylolistézy, které působily obtíže adekvátní nálezu.

2.3.6.2 Léčba bolesti v oblasti zadní části pánve

Neexistuje žádná specifická léčba na tyto obtíže v průběhu těhotenství. Ty mohou ženě velmi ztěžovat běžné každodenní činnosti – chůzi, vstávání, sezení, péči o domácnost a děti. Jediný způsob, jak lze ženám pomoci, je trénování svalové síly v oblasti pánve. To lze však využít pouze na velmi krátkou a omezenou dobu v porovnání s přirozenou aktivitou vazů. Pokud se totiž velká ligamenta zadní části pánve stanou insuficientními, dochází velmi rychle k přetížení svalů v této oblasti. Který z nich dozná změn dřív a jaký později je ryze individuální záležitostí. To je příčinou, proč takto postižené ženy nedokážou setrvat v jedné poloze po delší časový úsek a svou polohu musí neustále v krátkých časových intervalech měnit. Pro jejich léčbu je klíčový nácvik relaxace a uvolnění napětí přetížených svalů. Jakékoli cvičení či stabilizace pánve bolest pouze prohlubuje.

Většina muskuloskeletálních bolestí po určitém čase odezní samovolně. To bohužel neplatí o této bolesti. Bolest je sice nestabilní, ale typicky se zvyšuje po námaze a cvičení a výrazně se prezentuje následující den. Insuficience pánevního regionu musí být respektována nejen při cvičení zmíněné oblasti, ale je třeba mít na paměti, že okolo malfunkčního kloubu není možná normální svalová aktivita.

Manipulace sakroiliakálního kloubu zůstává předmětem debat. Pokud je použita, pak jen s maximální opatrností. Navíc by měla být kombinována s tréninkem svalové koaktivace a zvýšením síly patřičných svalů. Samotná manipulace nevede k dlouhodobějším úspěchům.

Aplikace těhotenského bederního pásu je při bolestivých stavech velmi vhodná. Ulevuje od bolesti 80 % žen (Östgaard, 1994). Často pomohou i vycházkové hole. Naopak inaktivita a odpočinek v lůžku se jeví jako kontraproduktivní.

2.3.6.3 Ekonomická stránka věci

Fyzioterapie je přínosná i z ekonomického a sociálního pohledu. Ve Švédsku bylo vypočteno, že kvůli zmíněným bolestem zůstává průměrně každá žena ve stavu pracovní neschopnosti po dobu 54 dní. Pokud však žena navštěvuje fyzioterapii, zůstává ve stavu pracovní neschopnosti pouze 30 dní v průběhu těhotenství. A to je statisticky signifikantní rozdíl (Östgaard, 1996).

Stejná studie uvádí, že pouze polovina žen potřebovala jedinou individuální lekci. Třetina žen potřebovala dvě individuální lekce a žádná z nich nepotřebovala víc než čtyři. Ostatní bylo řešeno v rámci skupinové terapie probíhající jednou týdně. Pacientky byly rozděleny pouze podle typu bolesti. Ve výsledku to prý znamenalo, že bylo potřeba jednoho zkušeného fyzioterapeuta pro 1000 těhotných žen. Z tohoto úhlu pohledu se fyzioterapeut jeví jako velmi dobrá investice.

2.4 Přehled výzkumů chůze v těhotenství

V přehledu literatury se zabývám studii zaměřujícími se na změnu chůze v těhotenství. Výzkumem chůze v těhotenství se zabývalo několik nemnoho studií. Všechny se shodují v tom, že výzkumů na toto téma je velmi málo a proto byla dělána ta která studie. Jejich autoři shodně poukazují na důležitost našeho poznání v tomto směru.

Theresa Foti et al. (2000) prováděla třídimenzionální analýzu chůze na skupině patnácti žen ve druhé polovině třetího trimestru těhotenství a následně rok po porodu. Za pomoci párového

t-testu byly porovnávány vybrané kinetické a kinematické parametry v těchto dvou obdobích. Nebyly shledány signifikantní rozdíly potvrzující existenci takzvané „těhotenské chůze“. Velikost maximálního úhlu sklopení pánve byla v průběhu těhotenství vyšší průměrně o 4°. Individuálně bylo pozorováno zvýšení o 13° i snížení o 10°. Bylo pozorováno signifikantní zvýšení kinetických parametrů ($p < 0,05$) v oblasti kyčlí a kotníků během těhotenství. Signifikantní zvýšení kinetických parametrů chůze ($p < 0,05$) v průběhu těhotenství ukazuje, že celkový stereotyp chůze zůstal relativně nezměněn. Dělo se tak i přes výrazný nárůst tělesné hmotnosti v těhotenství a změny distribuce objemu v oblasti trupu. Tyto nálezy naznačují, že v průběhu těhotenství pravděpodobně dochází ke zvýšeným požadavkům na abduktorovou a extenzorovou svalovou skupiny kyčelního kloubu a skupinu plantárních flexorů kotníku během chůze. Tento nálezný má význam pro klinickou praxi v tom smyslu, že nahlíží na bolestivé stavy dolních končetin jako na sekundární zranění způsobená dlouhodobým přetížením.

Kinematickou analýzou chůzového cyklu v těhotenství se zabýval N. A. Abu Osman et al. (2001). Zajímal se o šířku kroku a jeho změnu s postupujícím těhotenstvím. Měřil 4 zdravé těhotné ženy v prvním, druhém a třetím trimestru těhotenství a 4 ženy po porodu jako kontrolní skupinu. Šířka kroku se velmi významně zvyšovala s postupujícím těhotenstvím. V prvním trimestru byla průměrná šířka kroku 0,168 m, ve třetím již 0,350 m. To značí nárůst téměř o 50 %. Rozšíření kroku bylo označeno jako znak progredující s postupujícím těhotenstvím a vymežující typicky těhotenskou chůzi. Tento nárůst šířky kroku byl přisouzen zvýšené tělesné hmotnosti a těžišti posunutému s postupujícím těhotenstvím čím dál více směrem dopředu.

Práce skupiny kolem Wen Hua Wu (2004) zabývající se koordinací chůze v těhotenství (relativní rotací pánve a trupu vůči sobě v transverzální rovině) byla prováděna na skupinách těhotných i netěhotných žen při jednotvárné chůzi na pásu při rychlostech 0,17 – 1,72 m.s⁻¹. Byly měřeny pohyby trupu a pánve a následně vypočten jejich vzájemný pohyb. Vyhodnocení probíhalo formou kazuistik a intraindividuální změny vykazovaly negativní korelaci s týdnem těhotenství a signifikantní snížení při rychlostech $\geq 1,06$ m.s⁻¹. Celkově byl vzorec chůze těhotných hodnocen jako velmi podobný jako u netěhotných žen. Přes to se projevil rozdíly u obou skupin při vyšších rychlostech chůze, která vyžaduje zvýšenou míru koordinace. Těhotným ženám činila rychlejší chůze větší obtíže než ženám v kontrolní skupině. Současně docházelo ke zvyšování velikosti rotace trupu v transverzální rovině.

Ta samá skupina publikovala o tři roky později (Wu, 2007) práci zabývající se chůzí těhotných s ohledem na bolest v oblasti pánevního pletence (amplitudami, timingem a koordinací rotace trupu v horizontální rovině). Porovnávali 12 těhotných s bolestmi v oblasti pletence pánevního se stejně velkou skupinou těhotných zdravých žen bez bolestí. Zaměřovali se na amplitudy rotací v transverzální rovině, jejich timing a relativní fáze těchto rotací a amplitudami rotací obratlů vůči sobě. U skupiny žen s bolestmi byla nižší rychlost chůze a negativně korelovala s velikostí bolestí a jejich strachem z pohybu. Velikost rotace jednotlivých obratlů vůči sobě nevykazovala rozdíly mezi oběma skupinami navzájem, protože u těhotných s bolestmi byly zaznamenány vyšší amplitudy s výraznějšími interindividuálními rozdíly než u zdravých těhotných. U bolestivých stavů docházelo k maximální rotaci hrudních obratlů během chůzového cyklu dříve při vyšších rychlostech. Stejně výsledky byly shledány v období těsně po porodu – s ohledem na bolestivost žen i parametry chůze. Autoři studie dochází k závěrům, že poporodní bolesti jsou nejspíš způsobené zvýšenou rotabilitou hrudní páteře a bolesti přetrvávají tak dlouho, jak dlouho zůstává zvýšená segmentální rotace obratlů.

Kinematickou analýzou chůze u těhotných a po porodu se zabývá práce F. P. Carpes et al. (2008). Bylo sledováno 7 těhotných žen ve třech obdobích – mezi 22. a 28. týdnem těhotenství, mezi 34. a 40. týdnem těhotenství a na konci 4. měsíce po porodu. S ohledem na zvolené statistické metody zpracování dat byly vyhodnoceny statisticky významné rozdíly v časoprostorových parametrech mezi prvním a druhým a mezi prvním a třetím měřením. Co se týče velikosti úhlů, byla pozorována největší změna v oblasti kolenního kloubu. Nejvyšší pozornost si zasloužilo poznání, že zvýšená laxicita kloubů vlivem relaxinu přetrvává po porodu po delší dobu, než se běžně v literatuře uvádí.

Práce Wendy Gilleard et al. (2008) sledovala změny pohybu trupu v těhotenství za využití detekce pohybových vzorů. Využívali při tom dvou technik SVM a LDA, aby zachytili rozdíly v kinematice trupu při chůzi u žen v pozdním stadiu těhotenství oproti kontrolní skupině žen netěhotných. Výsledky ukázaly, že měření pomocí SVM je výhodnější, neboť bylo citlivější a dokázalo zachytit rozdíly obou skupin u 71,43 %, oproti LDA, kde byly zjištěny rozdíly pouze u 28,57 %. S vhodným výběrem pouze dvou znaků se výsledky ještě více zpřesnily na 95,24 %. Jednalo se o pohyb pánve v sagitální rovině a laterální sklon hrudníku při prvním kontaktu paty s podložkou. Výsledky naznačují, že pro lepší zpracování výsledků změn pohybu trupu u těhotných je vhodnější užití nelineární analýzy. Za pomoci

SVM bylo možno efektivně rozlišit změny pohybu trupu v sagitální rovině u těhotných žen při chůzi, které mohou znamenat mnoho muskuloskeletálních změn, které mohou potenciálně vést ke zraněním či bolestem.

Úzce příbuznou problematikou, tedy LBP v průběhu těhotenství, se zabývá poměrně značný úhrn prací. Patří mezi ně například Katonis (2011), Era Vermani (2009), Nouredin Nakhostin Ansari (2008) nebo Shu-Ming Wang et al. (2004) zabývající se vztahem LBP a těhotenství. Poslední zmiňovaná se pokouší odhadnout závažnost LBP u těhotných, počítaje v to prevalenci, rizikové faktory, dopad na běžný denní život a zdravotní pojišťovny. Skupině 950 těhotných v různém stupni těhotenství byly rozdány dotazníky s 36 otázkami. Respondentky měly za úkol vyplňovat dotazník opakovaně každý týden a tyto shromažďovat. 68,5% z nich uvedlo zkušenost s LBP v průběhu těhotenství. Prevalence nebyla spojena se stadiem těhotenství. Rozšíření naopak bylo spojeno s nižším věkem nastávající matky, LBP v anamnéze, bolestivou menstruací a LBP objevujícím se u předešlého těhotenství. Z takto postižené skupiny 58 % žen uvedlo, že jim bolesti narušují spánek a ruší běžný život z 57 %. Zmíněná bolest sice nebyla vnímána jako příliš závažná, ale téměř 30 % respondentek bylo nuceno kvůli ní vynechat minimálně jednu aktivitu denně, kterou do té doby zvládaly. Pouze 32 % žen uvedlo, že jim byla jejich zdravotní pojišťovna ochotna hradit náklady spojené s léčbou LBP v průběhu těhotenství.

Souhrn článků na téma Biomechanické změny v průběhu těhotenství přináší Agnieszka Opala-Berdzik (2009). Ani ona však nezmiňuje jedinou práci zabývající se změnami chůze a jejich detekcí pomocí dynamické analýzy.

V této práci jsme se rozhodli podívat na změny chůze v průběhu těhotenství právě z pohledu dynamické analýzy. Věříme, že si takovou studii toto mnohdy opomíjené téma zaslouží, a doufáme, že budeme díky našemu výzkumu moci přispět k osvětlení této problematiky.

3 Cíle a úkoly práce

V průběhu těhotenství nastává mnoho hormonálních a anatomických změn, které mohou potenciálně vést ke změnám chůze. Tyto změny mohou zapříčiňovat nejrůznější muskuloskeletální změny a následné přetěžování měkkých tkání, které může vyústit v bolesti v oblasti beder, boků, pánve a lýtek, jak bývají obvykle spojovány s těhotenstvím. Pokud se podíváme na toto téma do literatury, je bohužel možno nalézt pouze velmi malé množství informací k tomuto tématu. V prováděných studiích bylo většinou zkoumáno, jestli opravdu existuje takzvaná „těhotenská chůze“ a pokud ano jaké jsou její charakteristické rysy. Z biomechanického pohledu bylo uveřejněno několik studií, které se zabývaly kinematickou analýzou chůze. Navíc vždy docházelo k porovnání žen těhotných a netěhotných. Práci zabývající se dynamickou analýzou chůze se nám nepodařilo dohledat. Taktéž podle našeho nejlepšího svědomí nebyla doposud uveřejněna práce zabývající se individuálními změnami v těhotenství z kazuistického úhlu pohledu.

Naším cílem je zjistit, k jakým změnám v krokovém cyklu dochází v průběhu těhotenství pomocí dynamické analýzy.

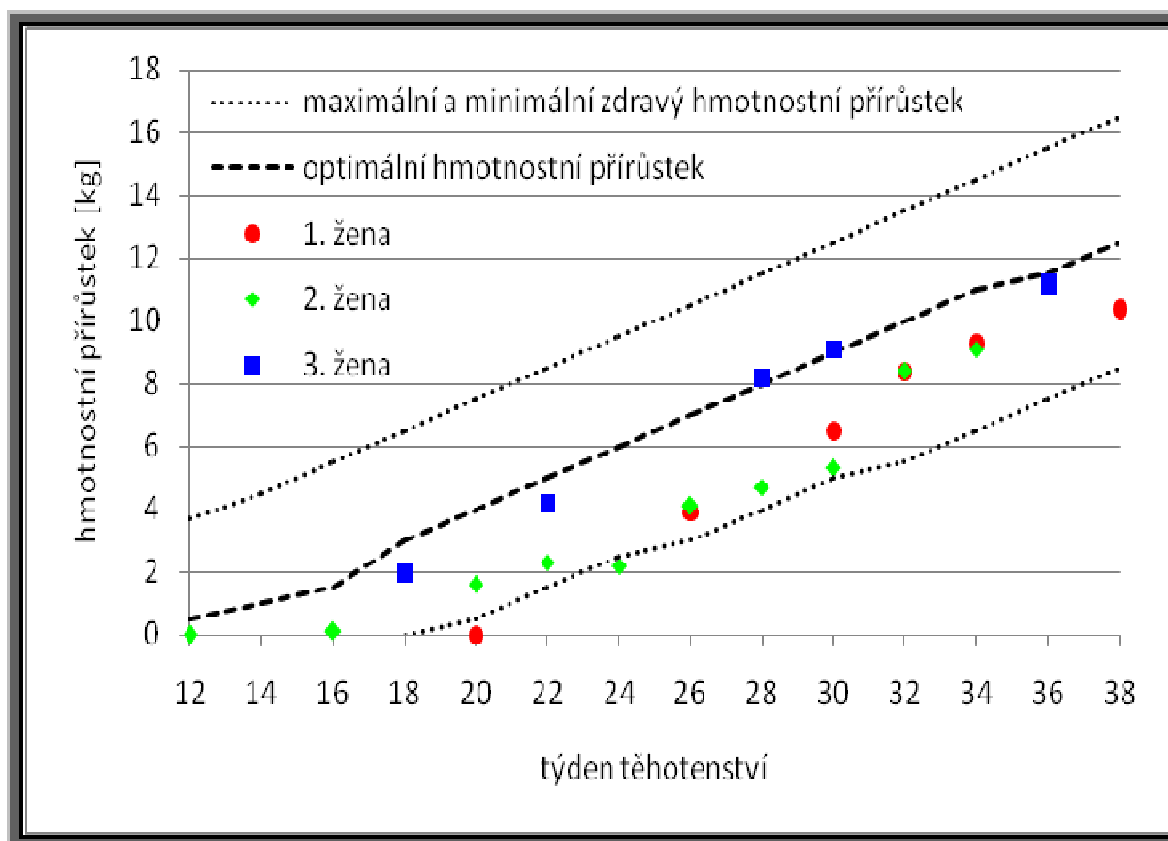
Hypotéza: Předpokládáme, že gravidita ovlivní krokový cyklus.

4 Metodika

4.1 Měřené subjekty

Byly sledovány 3 zdravé gravidní ženy při jejich prvním těhotenství ve věku 25-27 let. Před prvním měřením byly seznámeny s průběhem a cílem měření a podepsaly informovaný souhlas, jehož znění je k nahlédnutí v Přílohách. Poté byla odebrána anamnéza u každé z nich, aby byla jistota, že nemají žádné bolesti, které by je v pohybu nějak omezovaly. Na tento aspekt pak byly tázány při každém následujícím setkání. Měření se uskutečňovala vždy se 14ti denním odstupem od 12. do 38. týdne těhotenství.

Tělesná hmotnost probandek byla průběžně zaznamenávána a porovnáována s gravidogramem. Díky tomu lze říci, že hmotnostní přírůstek probandek byl zcela optimální či nižší a jednalo se v tomto ohledu o průměrné osoby. To je z hlediska zobecňování výsledků měření velmi důležité.



Obrázek 9 - gravidogram s údaji naměřenými u probandek

Tabulka 2- hmotnostní přírůstky u měřených subjektů

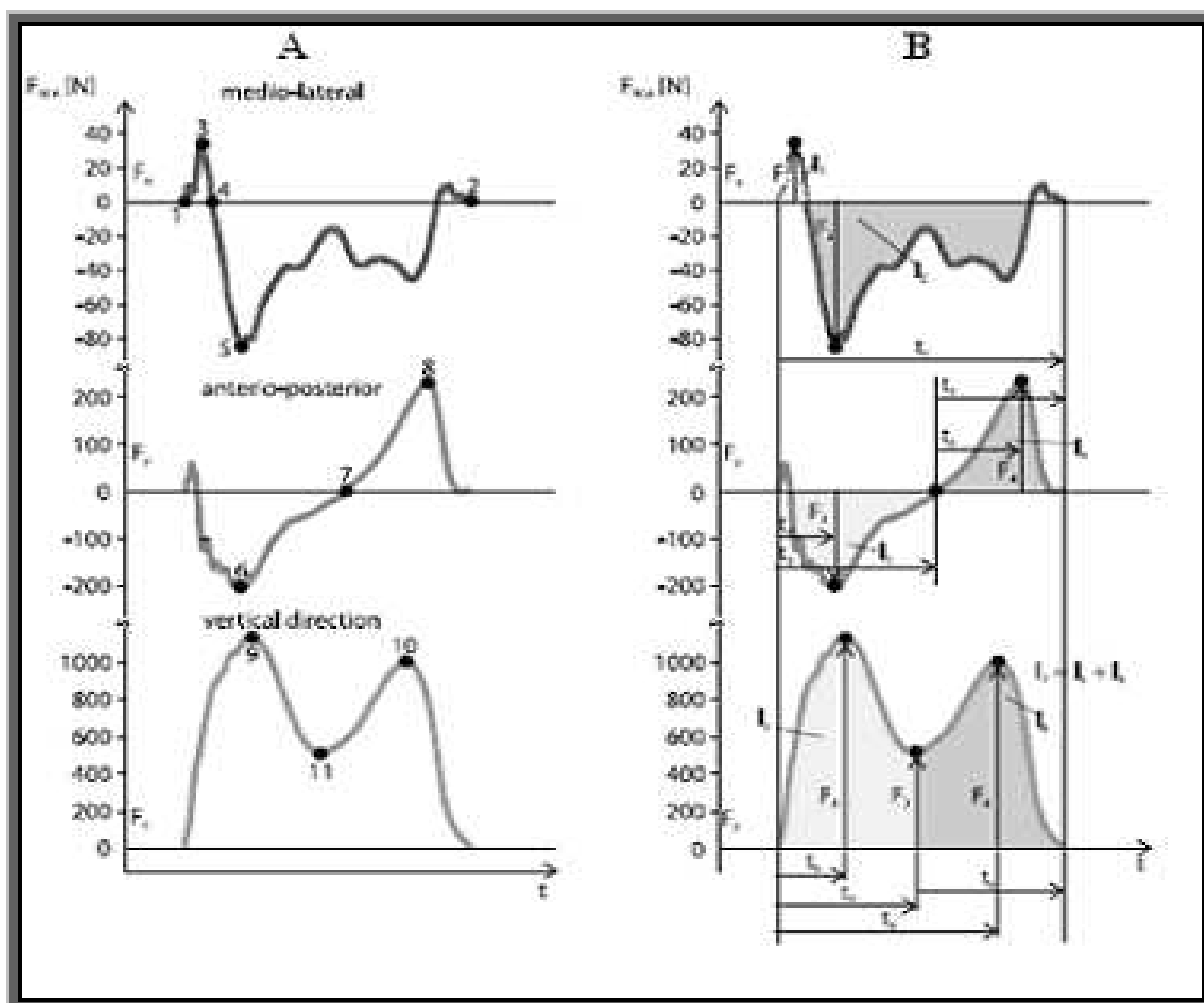
Týden těhotenství	Hmotnostní přírůstek (kg)					
	1. osoba	2. osoba	3. osoba	maximální fyziologický	optimální	minimální fyziologický
12		0		3,5	0,5	
14				4,5	1	
16		0,1		5,5	1,5	
18			2	6,5	3	
20	0	1,6		7,5	4	0,5
22		2,3	4,2	8,5	5	1,5
24		2,2		9,5	6	2,5
26	3,9	4,1		10,5	7	3
28		4,7	8,2	11,5	8	4
30	6,5	5,3	9,1	12,5	9	5
32	8,4	8,4		13,5	10	5,5
34	9,3	9,1		14,5	11	6,5
36			11,2	15,5	11,5	7,5
38	10,4			16,5	12,5	8,5

4.2 Použitá metoda

Dynamická analýza chůze je metoda, která získává data pomocí dvou silových plošin ve tvaru obdélníku o rozměrech 40 x 60 cm integrovaných do dřevěného chodníku tak, že jsou do něj „zapuštěny“ a při průchodu nepůsobí nijak rušivě. Jsou napojeny na počítač, který naměřená data zaznamenává a ukládá pomocí software Bioware. Pro tuto práci byly užívány dvě plošiny značky Kistler (typ 9286AA) snímající reakční síly pro pravou a levou nohu zvlášť. Tyto plošiny byly vůči sobě nepatrně posunuty tak, aby při plynulé běžné chůzi došlápla každá noha na jednu plošinu. Při každém průchodu byly zaznamenány hodnoty reakčních sil v mediolaterální (Fx), anterioposteriorní (Fy) i vertikální (Fz) ose pro každou nohu.

Vektor reakční síly podložky

Silové plošiny jsou obvykle využívány k analýze chůze. Během chůze dolní končetiny v opěrné fázi působí silou na podložku a tím podle 3. Newtonova zákona vznikají v podložce síly stejné velikosti, ale opačného směru. Výslednicí součtu všech těchto sil působících na plošinu je vektor reakční síly podložky (ground reaction force vector, GRF). Umístění tohoto vektoru je často nazýváno centre of pressure (COP). Velikost a směr tohoto vektoru ve vztahu ke středům kloubů určuje míru stability kloubů a nutnost zapojení svalů a vazů (Kirtley, 2006).



Obrázek 10 - jednotlivé křivky reakční síly, A – označené klíčové body, B – grafické znázornění časových a silových proměnných (Vaverka, F., & Elfmark, M. (2006)

Mediolaterální složka (F_x) je nejmenší složkou reakční síly podložky, dosahuje maximálně 10% tělesné hmotnosti. Během první fáze dvojí opory dochází k malému zrychlení v mediální směru, poté přechází do směru laterálního, kde setrvává po většinu stejné fáze chůze. První minimum v laterálním směru se vyskytuje na přechodu fází reakce na zatížení a mezistojie. Druhé minimum v laterálním směru se nachází na přechodu koncového stoje a předšvihů. Na konci stejné fáze má opět směr mediální. Této složce je přikládáno nejméně pozornosti, neboť je nejvíce variabilní co do velikosti a charakteru křivky. Nicméně dává informace o pohybu horních končetin a pánve při chůzi a o rovnováze těla (Kirtley, 2006).

Anteroposteriorní složka (F_y) zobrazuje zrychlení těla směrem dopředu. Na začátku krokového cyklu po počátečním kontaktu má krátce zápornou hodnotu, kdy dochází ke zpomalování těla. Maxima v záporném směru nabývá na přechodu fází reakce na zatížení a mezistojie. V mezistojie se křivka pohybuje kolem nulových hodnot z důvodu relativně

malého zrychlení, tělo se pohybuje vpřed konstantní rychlostí. Poté se velikost síly zvyšuje až do kladných hodnot. Maxima v kladném směru je dosaženo na přechodu fází koncového stoje a předšvihů. Poté síla klesá k nulovým hodnotám, kdy noha opouští podložku. Maxima křivky dosahují 25% tělesné hmotnosti. Je-li mezi pravou a levou dolní končetinou rovnováha, měla by být plocha pod oběma maximy přibližně stejně velká. (Kirtley, 2006)

Vertikální složka (F_z) bývá nejvýraznější složkou vektoru reakční síly podložky. Je hlavní měřenou a zkoumanou složkou reakční síly. Její křivka má dva vrcholy. První vrchol se vyskytuje na počátku mezistoje jako odpověď na zatížení stojné dolní končetiny. První maximum odpovídá 120% hmotnosti těla. Minimum křivky nastává v mezistoji. Minimum odpovídá 80% hmotnosti těla. Od této chvíle křivka opět stoupá. Druhý vrchol nastává při přechodu z jednooporové fáze do druhé dvouoporové, je známkou snížení těžiště těla. Každé stoupání nebo klesání velikosti síly nad nebo pod hodnotu odpovídající tělesné hmotnosti znamená, že v tom okamžiku dochází ke zrychlení (Kirtley, 2006).

Při vyhodnocování naměřených dat je z dynamické analýzy chůze možné získat nejrůznější charakteristiky chůze: o krokovém cyklu i jednom kroku, časové proměnné, silové charakteristiky, impulzy síly, indexy symetrie. My jsme ze všech nabízených veličin vybrali ke sledování následujících 12 parametrů:

Tabulka 3 - sledované proměnné v dynamické analýze chůze

	Parametr	Jednotka	Slovní popis
Časové proměnné	t1	s	doba trvání jednoho kroku
	t2	s	doba trvání brzdící fáze
	t3	s	doba trvání akcelerační fáze
	t11	s	doba trvání dvojí opory
	t12	s	doba celého krokového cyklu
Silové proměnné	F3	N	maximální hodnota anterioposteriorní síly v brzdící fázi
	F4	N	maximální hodnota anterioposteriorní síly v akcelerační fázi
	F5	N	maximální hodnota vertikální síly v brzdící fázi
	F6	N	maximální hodnota vertikální síly v akcelerační fázi
Impulzy síly	I3	N.s	impuls anterioposteriorní síly v brzdící fázi
	I4	N.s	impuls anterioposteriorní síly v akcelerační fázi
	I7	N.s	celkový impuls vertikální síly

Tyto parametry jsou graficky znázorněny na obrázku (Obrázek 10), kde je zřetelně vidět, v jakém časovém úseku kroku je daný parametr snímán, popřípadě zda je velikost jeho reakční síly kladná či záporná.

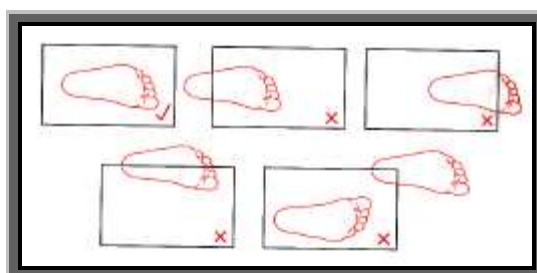
Vzájemnou závislost parametrů t_2 a t_3 je možno vyjádřit jako $t_2 + t_3 = t_1$. Aby bylo možné zjistit, zda se mění doba trvání brzdící fáze akcelerační fáze vůči sobě navzájem, tedy zda se např. prodlužuje doba brzdící fáze na úkor fáze akcelerační, vztáhli jsme jejich dobu trvání relativně právě k t_1 . Tím jsme nahradili místo standardně sledovaných $t_2 \rightarrow t_2\%$ a $t_3 \rightarrow t_3\%$. Výsledky tedy jsou časového charakteru, ale nejedná se o absolutní hodnotu nýbrž o procentuální podíl daného parametru vůči t_1 (měřeného v sekundách).

Tabulka 4 - námi sledované proměnné

Parametr	Jednotka	Slovní popis
$t_2\%$	% z t_1	relativní doba trvání brzdící fáze vztažená k době trvání jednoho kroku
$t_3\%$	% z t_1	relativní doba trvání akcelerační fáze vztažená k době trvání jednoho kroku

4.3 Průběh a organizace měření

Byla zajištěna co nejvyšší míra intimity těhotné ženy. V místnosti (Obrázek 12) se měření účastnila pouze ona, diplomantka a technický pracovník obsluhující potřebnou techniku. Před začátkem všech měření byla od probandky odebrána osobní anamnéza, abychom si byli jisti, že se jedná o zdravou ženu, která netrpí žádnými bolestmi. Následně byla před začátkem každého měření u každé probandky zjištěna tělesná hmotnost a zaznamenány antropometrické obvodové rozměry. Poté měřená osoba prošla několikrát měřeným úsekem, aby při měřených pokusech její chodidla spočinula celou svou plochou na měřících plošinách (Obrázek 11) a krok a jeho rytmus i délka byly naprosto přirozené.



Obrázek 11 - správné a neplatné nakročení na měřící plošiny (Kirtley, 2006)

Takto naměřený výchozí bod byl pak označen pro měřené pokusy. Probandky byly instruovány, aby po chodníku chodily přirozenou rychlostí a zrakem se nezaměřovaly na měřicí plošiny. Takto byla u každé probandky při každém měření naměřena baterie 22 pokusů. Současně jsme snímali pomocí fotobuněk rychlost průchodu měřeným pětimetrovým úsekem. Rychlost chůze byla ručně zapsána na papír a později přiřazena k danému pokusu. Těch bylo naměřeno vždy 22. V průběhu celého měření diplomantka kontrolovala zrakem korektní kontakt chodidla s plošinou a zaznamenávala časové údaje z fotobuněk. Druhá osoba sledovala na počítači grafickou podobu právě naměřeného pokusu, hodnotila jeho korektnost a ukládala k dalšímu zpracování.

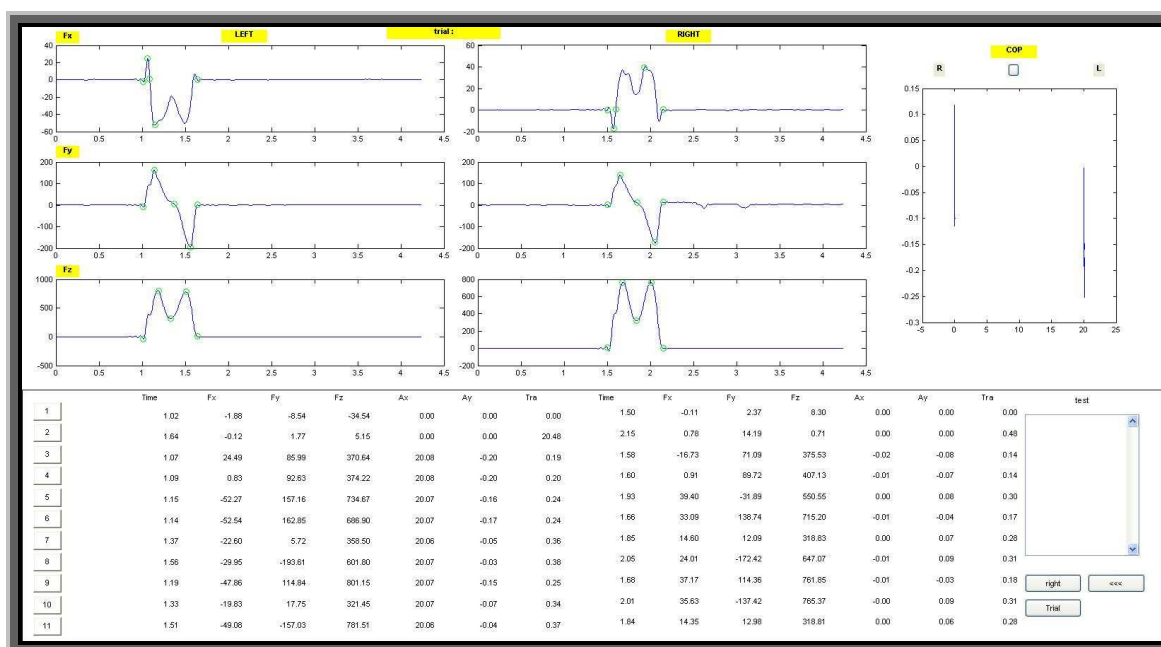
Naměřená data byla anonymizována.



Obrázek 12 - pohled na plošiny do měřicí laboratoře

4.4 Statistické zhodnocení

Na obou koncích pětimetrového chodníku, jehož součástí byly plošiny značky Kistler (typ 9286AA), byly instalovány fotobuňky Fitro light gates ve výši ramenního kloubu probandky. Jimi byla snímána a zaznamenávána rychlost chůze současně s průchodem přes plošiny. Po sejmutí dat ze silových plošin a fotobuňek byly údaje z nich získány systémem Bioware a v počítači dále zpracovány. Z původních 22 měřených pokusů bylo následně vybráno 15, která jevila největší míru homogenicity. Těchto 15 měření bylo následně zpracováno a jejich výsledky vyhodnoceny. Data byla dále exportována pro možnost jejich zpracování v programu Matlab, kde došlo k označení významných ukazatelů parametrů chůze a následnému vyhodnocení jednotlivých měření. (Obrázek 13)



Obrázek 13 - označení významných ukazatelů parametrů chůze vyhodnocovaných pomocí MATLAB

Pak byly hodnoty nejhomogennějších patnácti pokusů a jejich zkoumané hodnoty převedeny do aplikace Microsoft Office Excel. Nyní bylo rozhodnuto o ponechání pouze měření v některých týdnech. Byly vypočteny základní statistické charakteristiky – průměr, směrodatná odchylka, minimum, maximum, modus a medián. Tím byly získány hodnoty pro pravou a levou nohu v časovém rozmezí několika týdnů, které spolu mohly být vzájemně porovnávány. Dělo se tak v programu Statistica 10. Ten umožnil výpočet ANOVA pro opakovaná měření a grafické znázornění změn sledovaných parametrů. Následně byl prováděn Scheffého test.

Pro využití ANOVA pro opakovaná měření jsme se rozhodli z důvodu, abychom ozřejmili statistickou významnost mezi porovnávanými parametry při opakovaných měřeních.

Scheffého test patří mezi post-hoc testy. Dovoluje vyslovit simultánní výrok o všech lineárních kontrastech (Hebák, 1987).

5 Výsledky

Zkoumali jsme vliv gravidity na změnu chůze. Pomocí dynamické analýzy jsme naměřili více parametrů, ze kterých jsme bližšímu zkoumání podrobili pouze některé proměnné. Jednalo se o dvanáct parametrů, které nejcharakterističtěji popisují krokový cyklus a jeho složky. Jako třináctým parametrem se zabýváme rychlostí chůze.

Výsledky jsou rozděleny pro lepší přehlednost do tří podkapitol: na časové proměnné, silové proměnné a proměnné zabývající se velikostí impulzu síly.

U každé proměnné jsou uvedeny výsledky všech tří probandek společně, vždy ve stejném pořadí.

U veškerých výsledků byla zvolena standardní hladina významnosti $p < 0,05$.

5.1 Časové proměnné

Do této podkapitoly je zařazena rychlost chůze měřená pomocí fotobuněk a dalších 5 parametrů dynamické analýzy (t1, t2%, t3%, t11, t12).

5.1.1 Rychlost chůze

U parametru rychlost chůze byl shledán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými týdny těhotenství u všech tří žen.

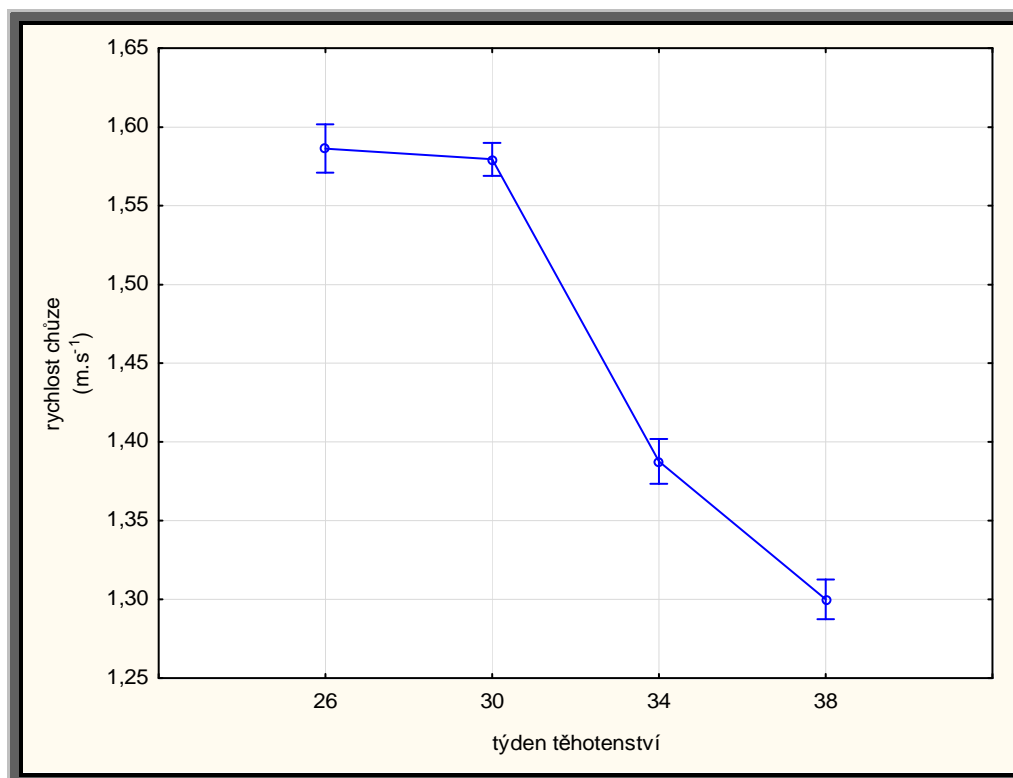
1. osoba – mezi 26. a 30. týdnem nebyl shledán statisticky významný rozdíl. Do 34., respektive 38. týdne těhotenství došlo ke statisticky významnému poklesu v rychlosti chůze (Tabulka 5, Obrázek 14).

2. osoba – byly shledány statisticky významné rozdíly mezi 12. a 28., 30., 32. týdnem. Dále pak mezi 20. a 32. týdnem těhotenství. Rychlost chůze měla stoupající tendenci (Tabulka 6, Obrázek 15).

3. osoba – rychlost chůze nejevila statisticky významné rozdíly, kromě 22. týdne těhotenství, kdy byla její velikost statisticky významně zvýšena (Tabulka 7, Obrázek 16).

Tabulka 5 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství v rychlosti chůze u 1. osoby

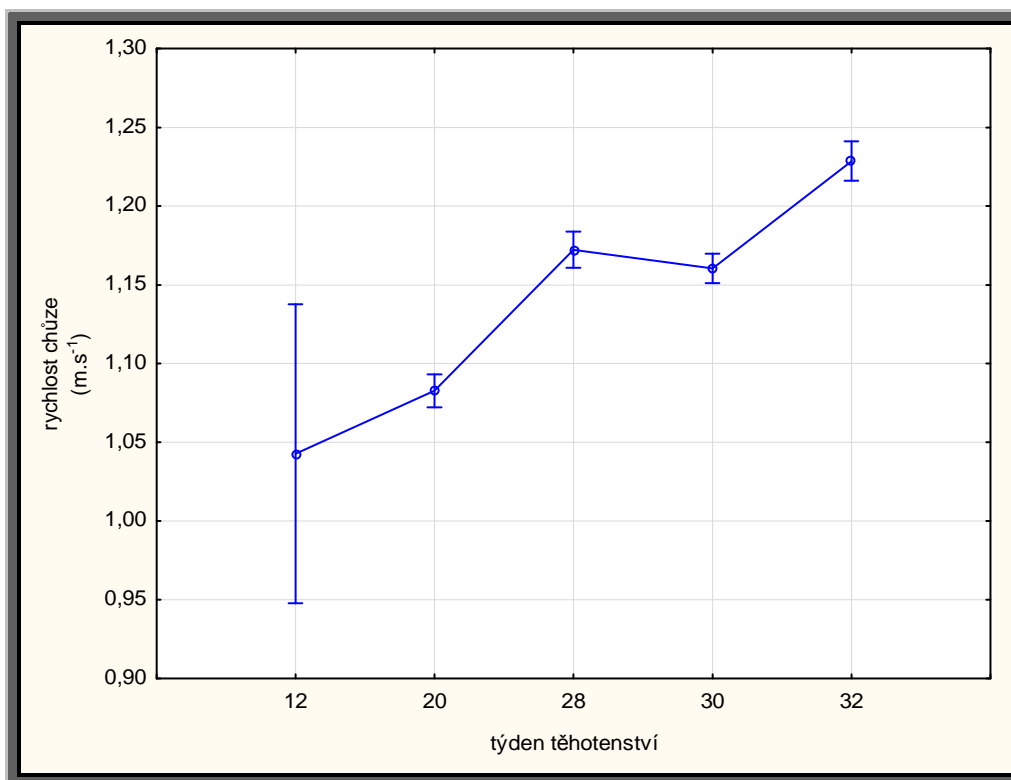
Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení				
	Průměr	Směrodatná odchylka	26	30	34	38	
26	1,59	0,02					26
30	1,58	0,01					30
34	1,39	0,02	X	X			34
38	1,30	0,02	X	X	X		38



Obrázek 14 - grafické znázornění změn rychlosti chůze v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 6 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství v rychlosti chůze u 2. osoby

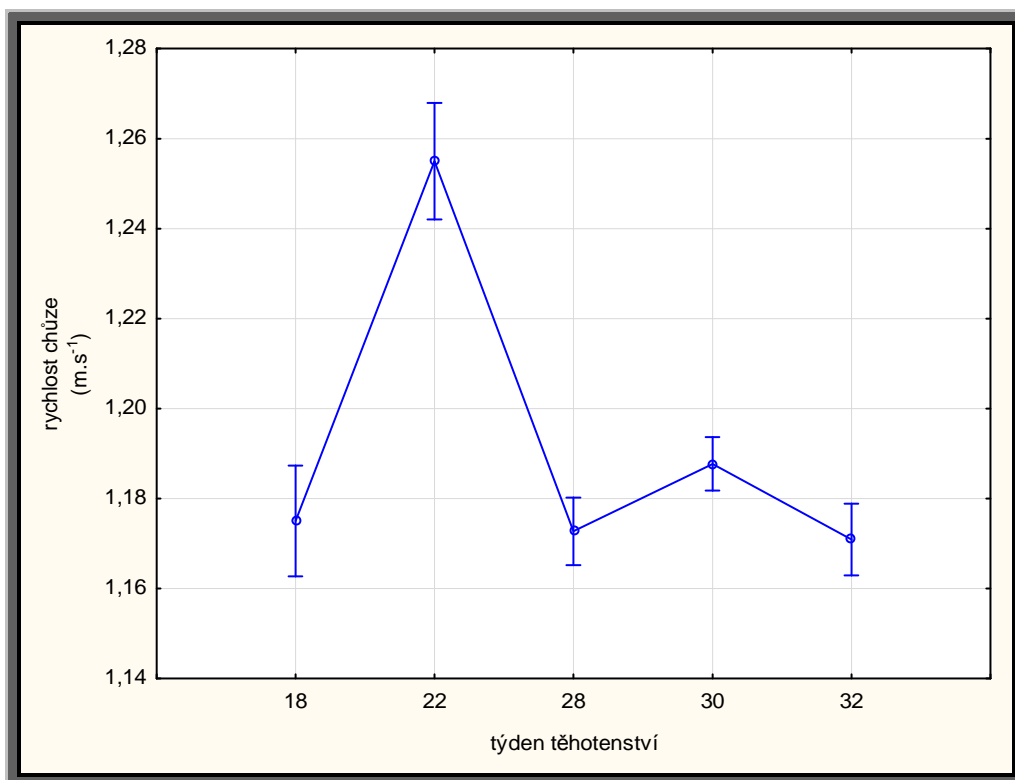
Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdění				
	Průměr	Směrodatná odchylka	12	20	28	30	32
12	0,99	0,08					
20	1,09	0,01					
28	1,18	0,01	X				
30	1,16	0,01	X				
32	1,23	0,01	X	X			



Obrázek 15 - grafické znázornění změn rychlosti chůze v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 7 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství v rychlosti chůze u 3. osoby

Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení				
	Průměr	Směrodatná odchylka	18	22	28	30	32
18	1,17	0,01					
22	1,26	0,02	X				
28	1,17	0,01		X			
30	1,19	0,01		X			
32	1,17	0,01		X			



Obrázek 16 - grafické znázornění změn rychlosti chůze v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.1.2 Doba trvání jednoho kroku

U parametru t1 byl shledán statisticky významný rozdíl v ohledu na pokročilost těhotenství a změny chůze. Tento efekt se projevoval na obou dolních končetinách u 2. a 3. osoby stejně. U 1. osoby docházelo ke změnám na dolních končetinách různě.

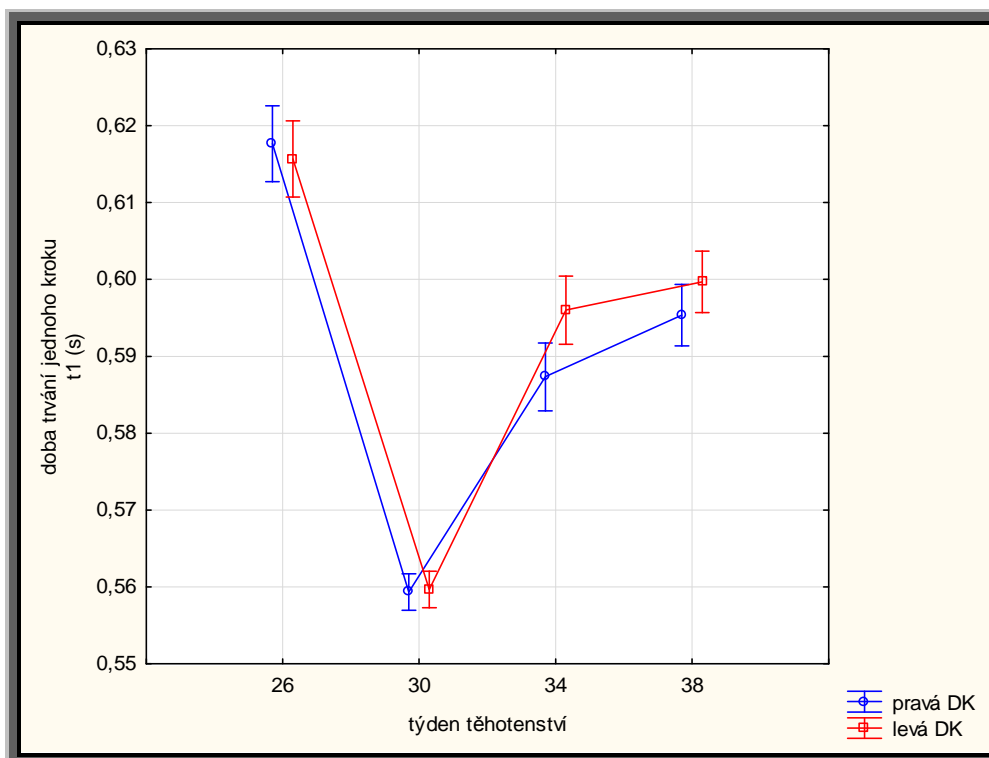
1. osoba – ve sledovaném parametru t1 došlo ke statisticky významnému rozdílu mezi všemi dvojicemi na obou dolních končetinách. Pouze porovnání 36. a 38. týdne navzájem nevykazovalo statisticky významný rozdíl ani u jedné DK (Tabulka 8, Obrázek 17).

2. osoba – zde byl shledán rozdíl na první DK mezi 28. a 32., 30. a 32. týdnem. Na levé DK k tomu ještě přibyl rozdíl mezi 28. a 30. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 9, Obrázek 18).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách vždy mezi dvěma následujícími měřeními, tedy mezi 18. a 22., 22. a 28., 28. a 30., 30. a 32., a 22. a 32. týdnem. Pouze u levé pak ještě mezi 18. a 28. týdnem těhotenství. Celková tendence byla setrvalá (Tabulka 10, Obrázek 19).

Tabulka 8 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t1 u 1. osoby

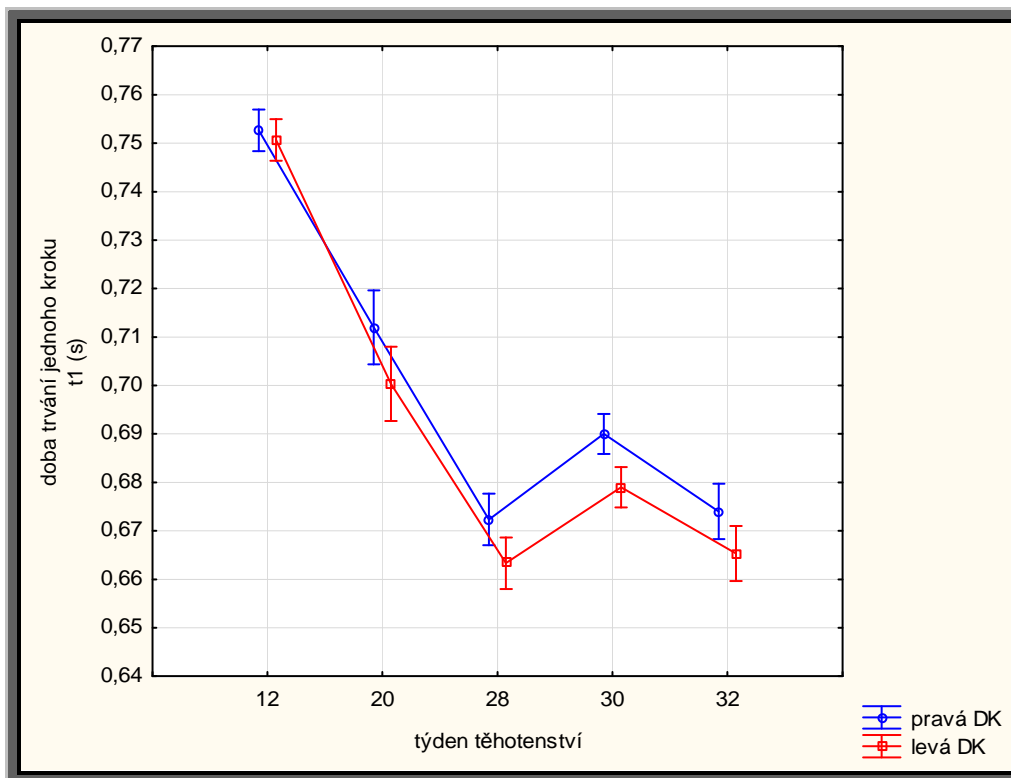
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení								
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK				
				26	30	34	38	26	30	34	38	
Pravá	26	0,62	0,01									26
	30	0,56	0,01	X								30
	34	0,59	0,01	X	X							34
	38	0,60	0,01	X	X							38
Levá	26	0,62	0,01		X	X	X					26
	30	0,56	0,01	X		X	X	X				30
	34	0,60	0,01	X	X			X	X			34
	38	0,60	0,01	X	X	X		X	X			38



Obrázek 17 - grafické znázornění změn proměnné t1 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 9 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t1 u 2. osoby

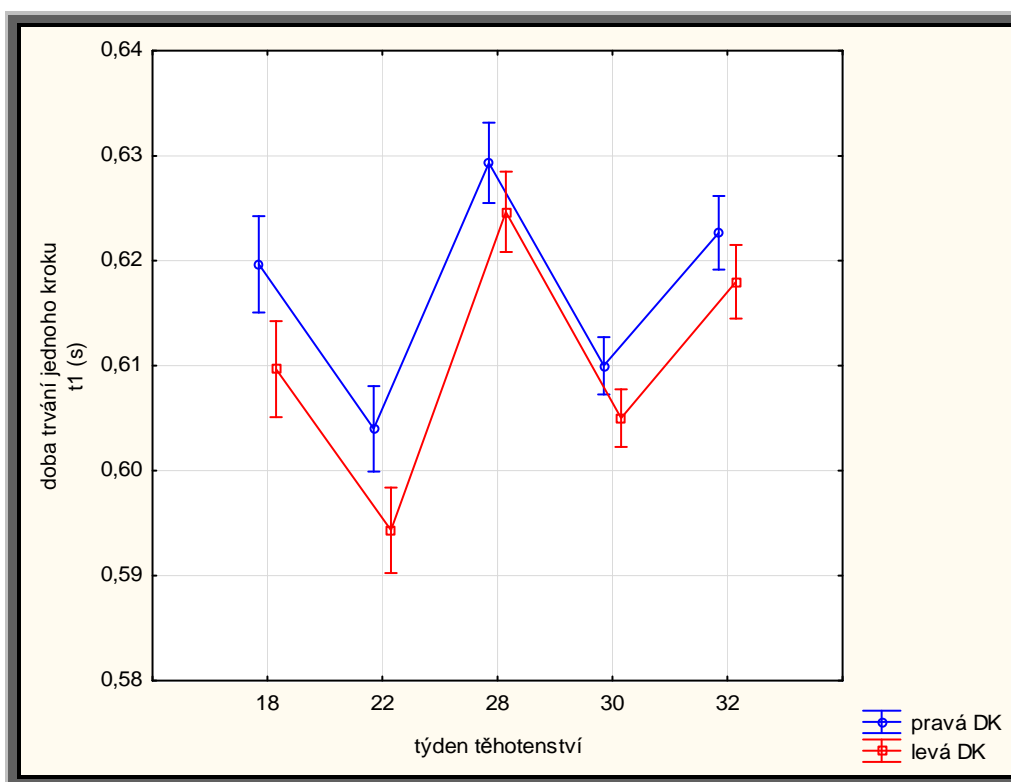
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	0,75	0,01											
	20	0,71	0,01	X										
	28	0,67	0,01	X	X									
	30	0,69	0,01	X	X	X								
	32	0,67	0,01	X	X									
Levá	12	0,75	0,01		X	X	X	X						
	20	0,70	0,01	X		X		X	X					
	28	0,66	0,01	X	X		X		X	X				
	30	0,68	0,01	X	X				X	X				
	32	0,67	0,01	X	X		X		X	X				



Obrázek 18 - grafické znázornění změn proměnné t1 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 10 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t1 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	0,62	0,01											
	22	0,60	0,01	X										
	28	0,63	0,01		X									
	30	0,61	0,01			X								
	32	0,62	0,01		X		X							
Levá	18	0,61	0,01			X		X						
	22	0,59	0,01	X		X	X	X	X					
	28	0,62	0,01		X		X		X	X				
	30	0,61	0,01	X		X		X			X			
	32	0,62	0,01		X	X				X		X		



Obrázek 19 - grafické znázornění změn proměnné t1 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.1.3 Relativní doba trvání brzdící fáze vztažená k době trvání jednoho kroku

U parametru $t_2\%$ byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval u všech na obou dolních končetinách různě.

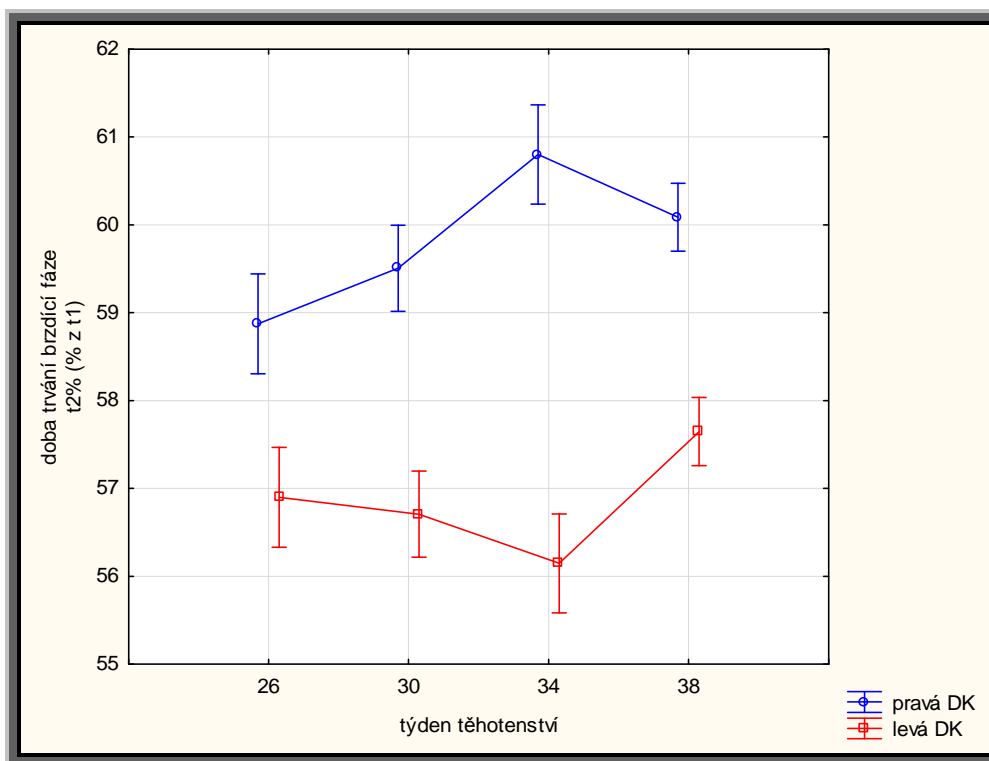
1. osoba – ve sledovaném parametru $t_2\%$ došlo ke statisticky významnému rozdílu na pravé DK mezi 26. a 34. týdnem, na levé mezi 34. a 38. týdnem těhotenství. Celková tendence byla setrvalá (Tabulka 11, Obrázek 20).

2. osoba – zde byl shledán rozdíl na pravé DK mezi 20. a 32., 30. a 32. týdnem. Na levé DK byly statisticky významné rozdíly mezi 20. týdnem a všemi ostatními, tedy mezi 12. a 20., 20. a 28., 20. a 30., 20. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla velmi mírně vzrůstající (Tabulka 12, Obrázek 21).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách a to na pravé DK mezi 18. a 28., 22. a 28., 18. a 32. týdnem. U levé pouze mezi 22. a 30. týdnem těhotenství. Celková tendence byla velmi mírně klesající (Tabulka 13, Obrázek 22).

Tabulka 11 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t2% u 1. osoby

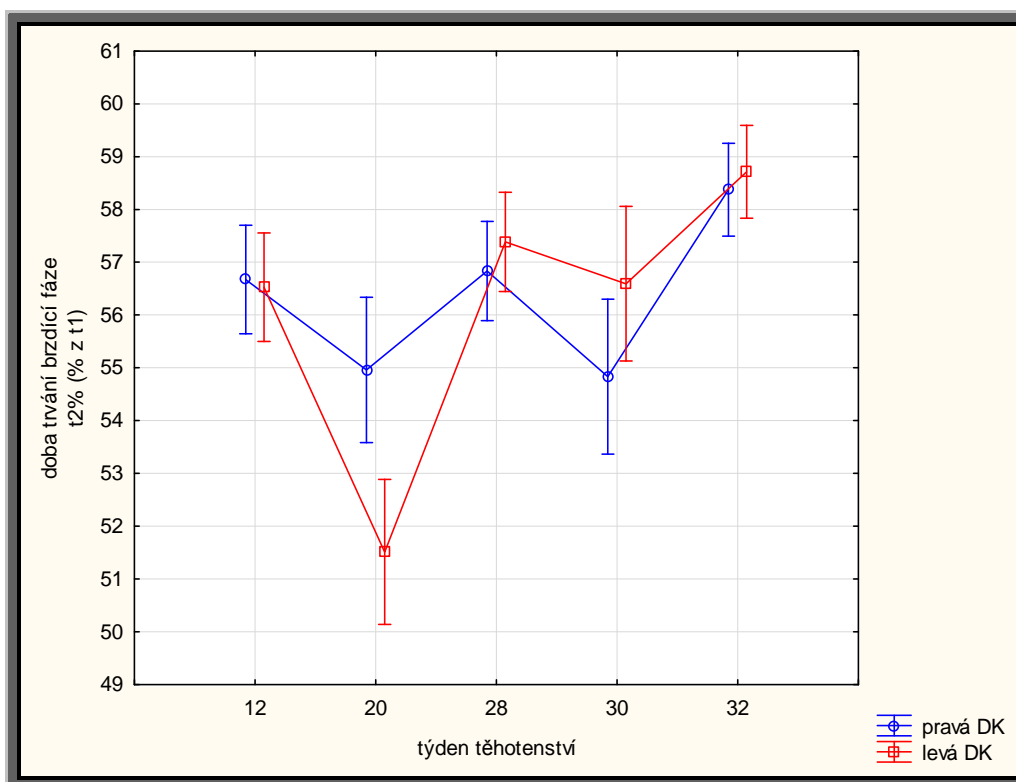
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení									
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK					
				26	30	34	38	26	30	34	38		
Pravá	26	58,9	0,90										26
	30	59,5	1,02										30
	34	60,8	0,36	X									34
	38	60,1	0,78										38
Levá	26	56,9	1,20	X	X	X	X						26
	30	56,7	0,83	X	X	X	X						30
	34	56,1	1,47	X	X	X	X						34
	38	57,6	0,69		X	X	X			X			38



Obrázek 20 - grafické znázornění změn proměnné t2% v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 12 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 2. osoby

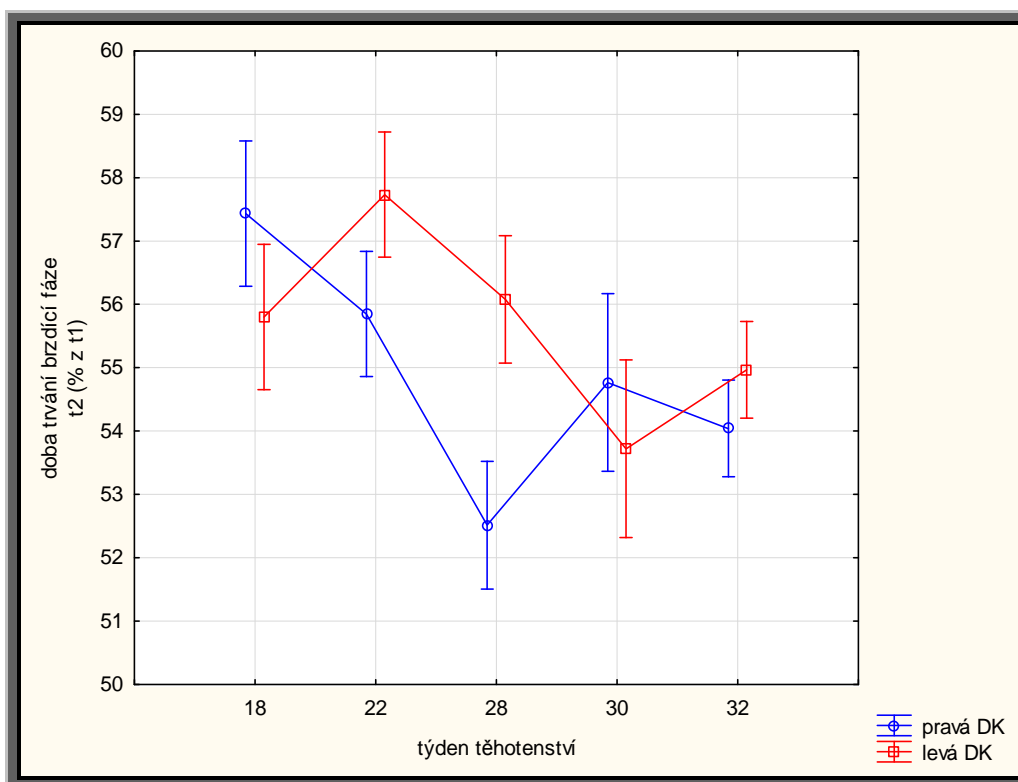
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělání										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	56,67	1,70											12
	20	54,96	1,80											20
	28	55,18	6,32											28
	30	54,83	2,92											30
	32	58,37	1,42		X		X							32
Levá	12	56,53	2,16											12
	20	51,51	3,21	X	X	X		X	X					20
	28	55,81	6,40							X				28
	30	56,59	2,61							X				30
	32	58,71	1,87		X		X			X				32



Obrázek 21 - grafické znázornění změn proměnné t2% v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 13 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t2% u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	57,43	2,08											
	22	55,85	1,93											
	28	52,51	1,57	X	X									
	30	54,77	2,82											
	32	54,04	1,12	X										
Levá	18	55,80	2,25			X								
	22	57,73	1,80			X		X						
	28	56,08	2,18			X								
	30	53,72	2,48	X						X				
	32	54,97	1,71											



Obrázek 22 - grafické znázornění změn proměnné t2% v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.1.4 Relativní doba trvání akcelerační fáze vztažení k době trvání jednoho kroku

U parametru $t_{3\%}$ byl sledován statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval u všech na obou dolních končetinách různě.

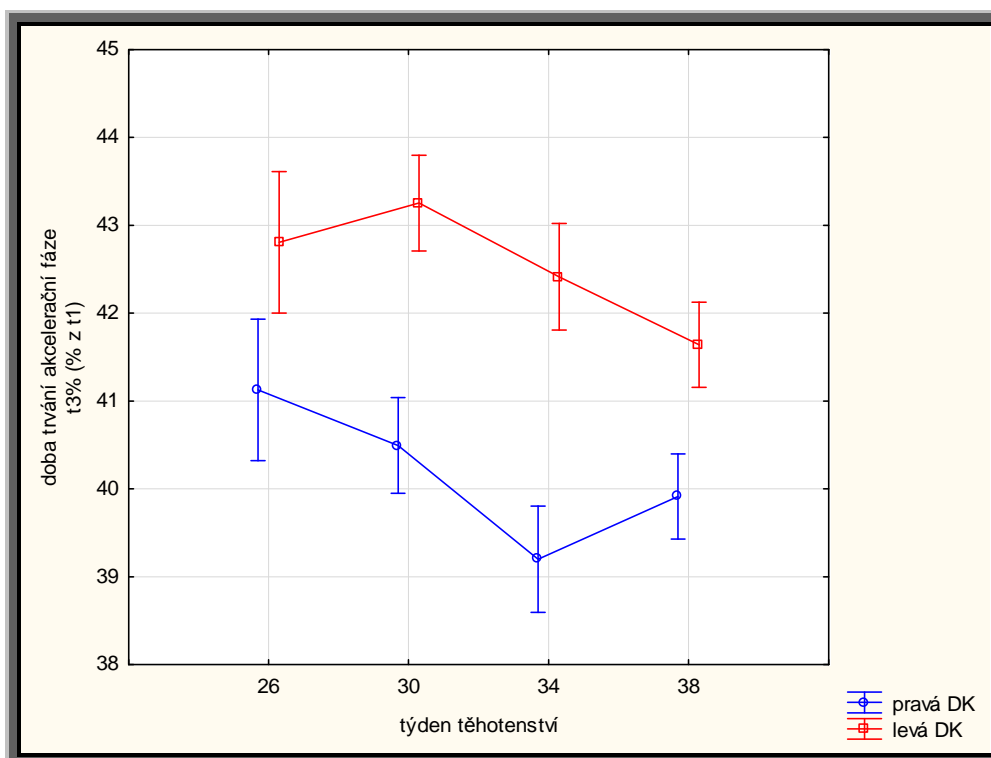
1. osoba – ve sledovaném parametru $t_{3\%}$ došlo ke statisticky významnému rozdílu na pravé DK mezi 26. a 34. týdnem těhotenství, na levé DK k žádnému statisticky významnému rozdílu nedošlo. Celková tendence byla velmi mírně klesající (Tabulka 14, Obrázek 23).

2. osoba – zde nebyl sledován rozdíl na prvé DK. Na levé DK byly statisticky významné rozdíly mezi 20. týdnem a všemi ostatními, tedy mezi 12. a 20., 20. a 28., 20. a 30., 20. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla setrvalá (Tabulka 15, Obrázek 24).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách a to na pravé DK mezi 18. a 28., 22. a 28., 18. a 32. týdnem. U levé pouze mezi 22. a 30. týdnem těhotenství. Celková tendence byla mírně vzrůstající (Tabulka 16, Obrázek 25).

Tabulka 14 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 1. osoby

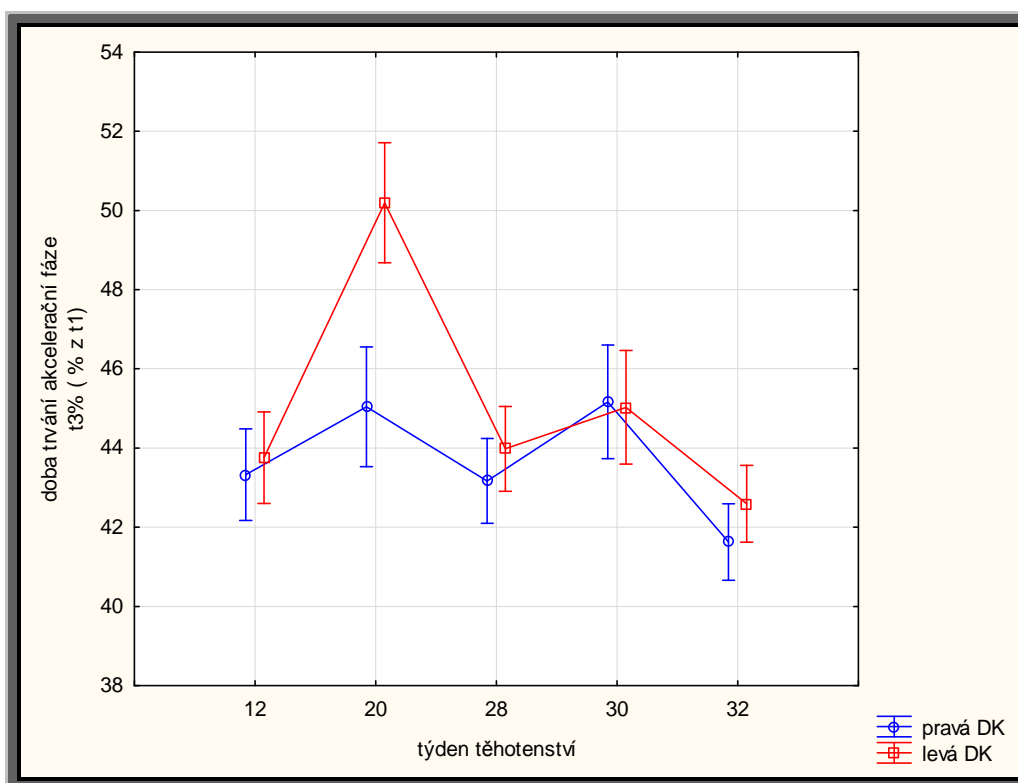
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdění									
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK					
				26	30	34	38	26	30	34	38		
Pravá	26	41,1	0,90										26
	30	40,5	1,02										30
	34	39,2	0,36	X									34
	38	39,9	0,78										38
Levá	26	42,8	2,0	X	X	X	X						26
	30	43,3	1,04	X	X	X	X						30
	34	42,4	1,58		X	X	X						34
	38	41,6	1,04			X	X						38



Obrázek 23 - grafické znázornění změn proměnné t3% v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 15 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 2. osoby

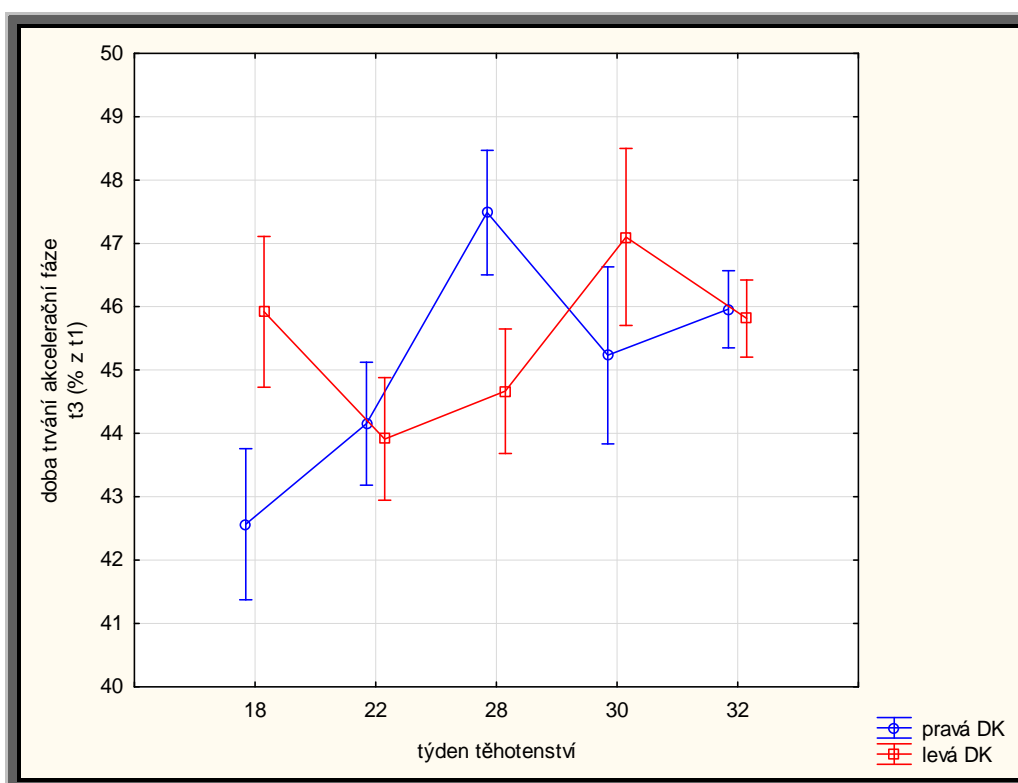
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	43,33	1,70											12
	20	45,04	1,80											20
	28	42,17	4,54											28
	30	45,17	2,92											30
	32	41,63	1,42											32
Levá	12	43,75	2,58											12
	20	50,19	3,63	X	X	X	X	X	X					20
	28	42,81	4,82							X				28
	30	45,03	2,49							X				30
	32	42,59	2,16							X				32



Obrázek 24 - grafické znázornění změn proměnné t3% v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 16 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení											
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK						
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32		
Pravá	18	42,57	2,08												18
	22	44,15	1,93												22
	28	47,49	1,57	X	X										28
	30	45,23	2,82												30
	32	45,96	1,12	X											32
Levá	18	45,92	2,41	X											18
	22	43,91	1,72			X									22
	28	44,67	2,11												28
	30	47,10	2,45	X						X					30
	32	45,81	1,18	X											32



Obrázek 25 - grafické znázornění změn proměnné t3% v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.1.5 Doba trvání dvojí opory

U parametru t11 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob.

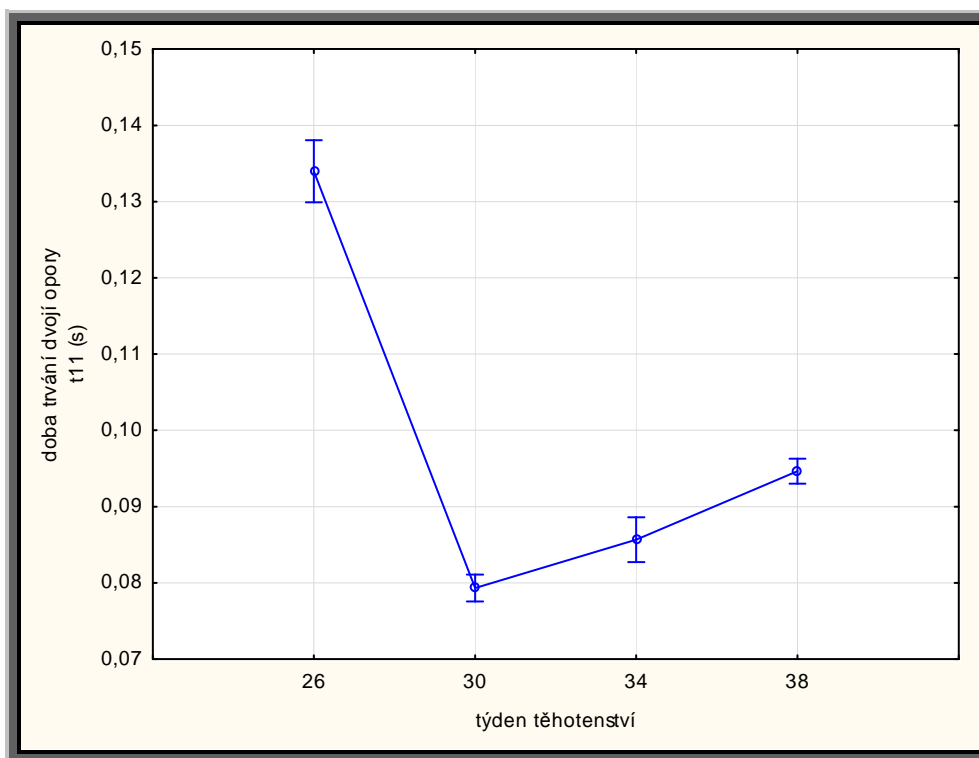
1. osoba – ve sledovaném parametru t11 došlo ke statisticky významnému rozdílu mezi všemi porovnávanými měřeními, tedy mezi 26. a 30., 26. a 34., 26. a 38., 30. a 34., 30. a 38., 34. a 38. týdnem těhotenství. Po poklesu mezi prvními dvěma měřeními byla tendence vzrůstající (Tabulka 17, Obrázek 26).

2. osoba – zde byly shledány statisticky významné rozdíly mezi 12. a 20., 12. a 28., 12. a 32., 28. a 30., 30. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla setrvalá (Tabulka 18, Obrázek 27).

3. osoba – vykazovala rozdíly mezi 22. týdnem těhotenství a všemi ostatními, tedy mezi 18. a 22., 22. a 28., 22. a 30., 22. a 32. týdnem. Celková tendence byla setrvalá (Tabulka 19, Obrázek 28).

Tabulka 17 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t11 u 1. osoby

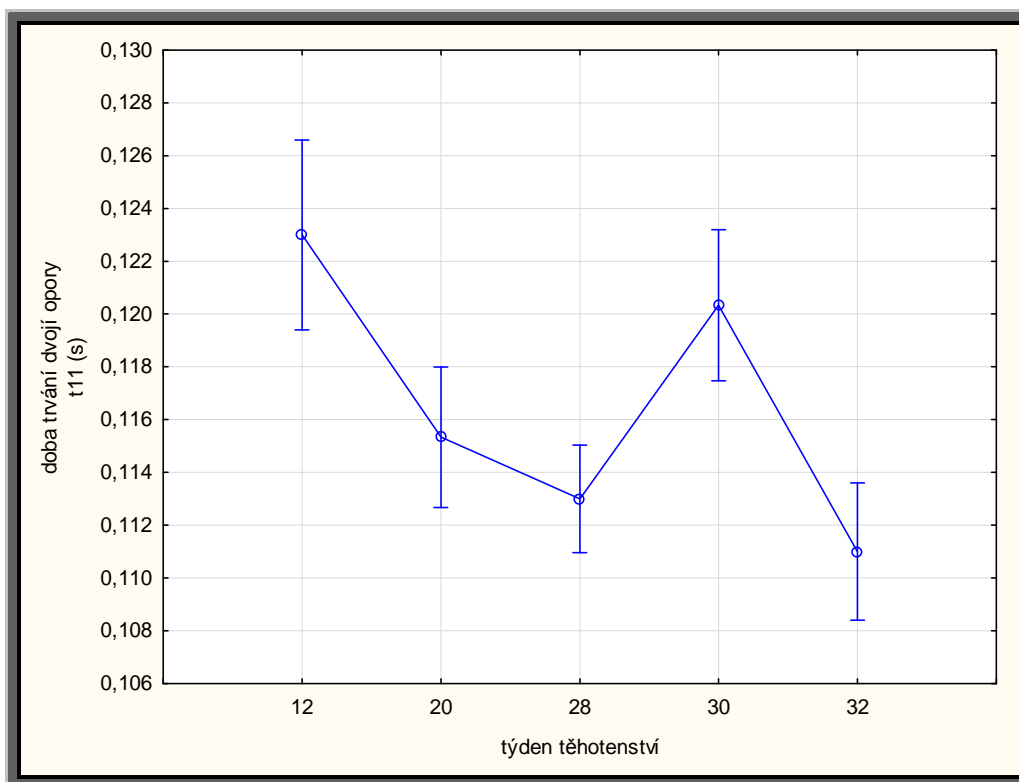
Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení				
	Průměr	Směrodatná odchylka	26	30	34	38	
26	0,13	0,01					26
30	0,08	0,01	X				30
34	0,09	0,01	X	X			34
38	0,09	0,01	X	X	X		38



Obrázek 26 - grafické znázornění změn proměnné t11 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 18 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t11 u 2. osoby

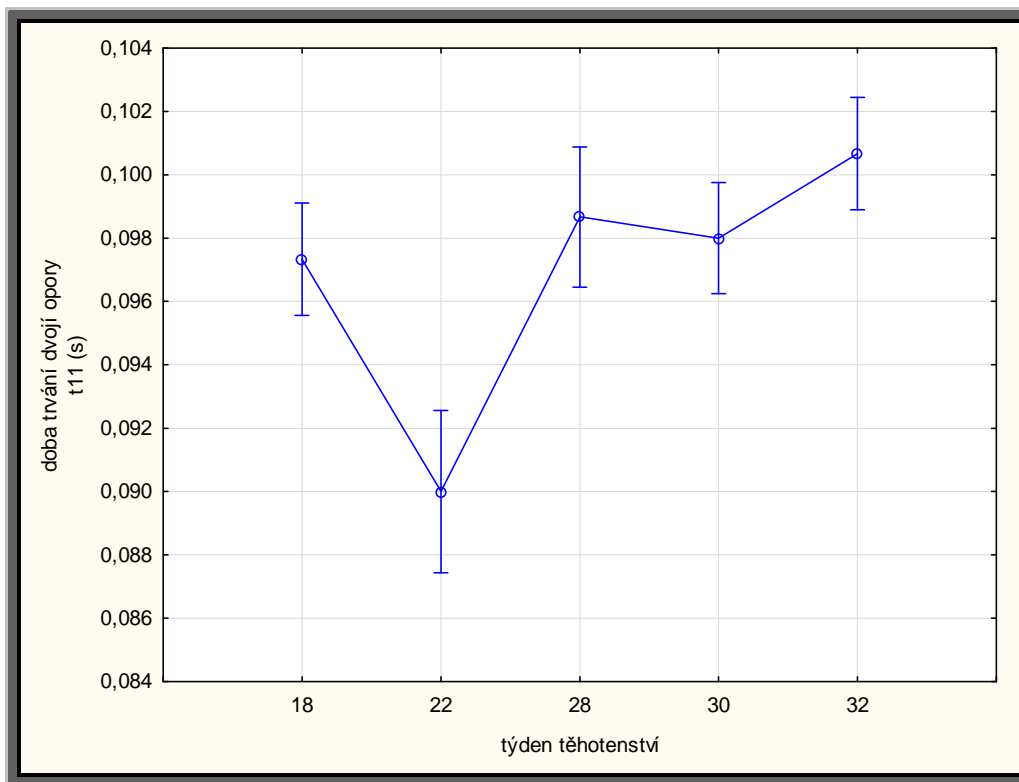
Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělání				
	Průměr	Směrodatná odchylka	12	20	28	30	32
12	0,12	0,01					
20	0,12	0,01	X				
28	0,11	0,01	X				
30	0,12	0,01			X		
32	0,11	0,01	X			X	



Obrázek 27 - grafické znázornění změn proměnné t11 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 19 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t11 u 3. osoby

Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení				
	Průměr	Směrodatná odchylka	18	22	28	30	32
18	0,10	0,01					
22	0,09	0,01	X				
28	0,10	0,01		X			
30	0,10	0,01		X			
32	0,10	0,01		X			



Obrázek 28 - grafické znázornění změn proměnné t11 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.1.6 Doba celého krokového cyklu

U parametru t12 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob.

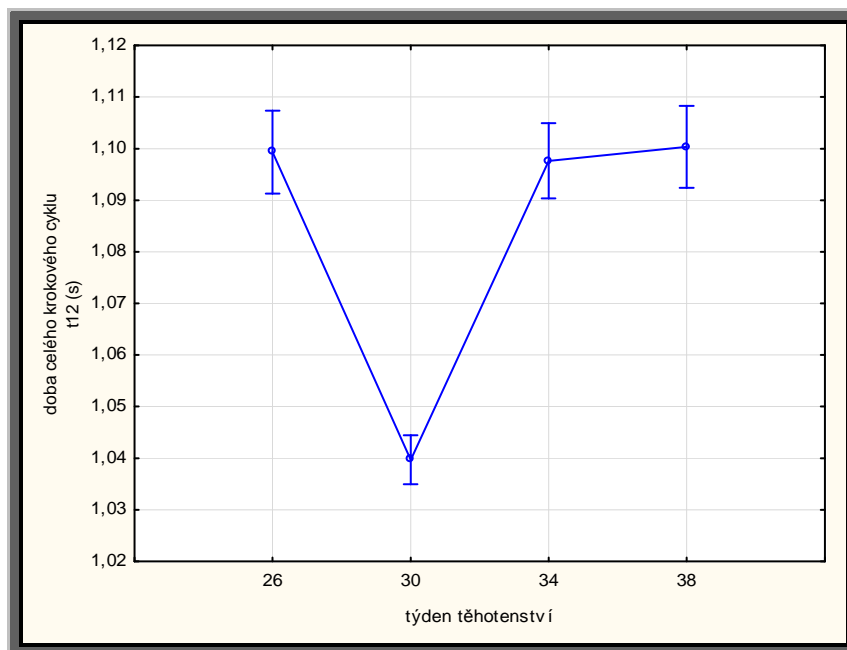
1. osoba – ve sledovaném parametru t12 došlo ke statisticky významnému rozdílu mezi všemi měřeními porovnávanými s 26. týdnem, tedy mezi 26. a 30., 26. a 34., 26. a 38. týdnem těhotenství. Kromě tohoto výkyvu byla tendence setrvalá (Tabulka 20, Obrázek 29).

2. osoba – zde byly shledány statisticky významné rozdíly mezi veškerými porovnávanými dvojicemi s výjimkou 28. a 32. týdne. Jinými slovy byly shledány rozdíly mezi 12. a 20., 12. a 28., 12. a 30., 12. a 32., 20. a 28., 20. a 30., 20. a 32., 28. a 30., 28. a 32., 30. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 21, Obrázek 30).

3. osoba – vykazovala rozdíly mezi veškerými porovnávanými dvojicemi vyjma dvou. Rozdíly tedy nebyly u porovnání 18. a 32., 22. a 30. týdne těhotenství. Naopak statisticky významné rozdíly byly shledány mezi 18. a 22., 18. a 28., 18. a 30., 18. a 32., 22. a 28., 22. a 30., 22. a 32., 28. a 30., 28. a 32., 30. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla setrvalá (Tabulka 22, Obrázek 31).

Tabulka 20 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t12 u 1. osoby

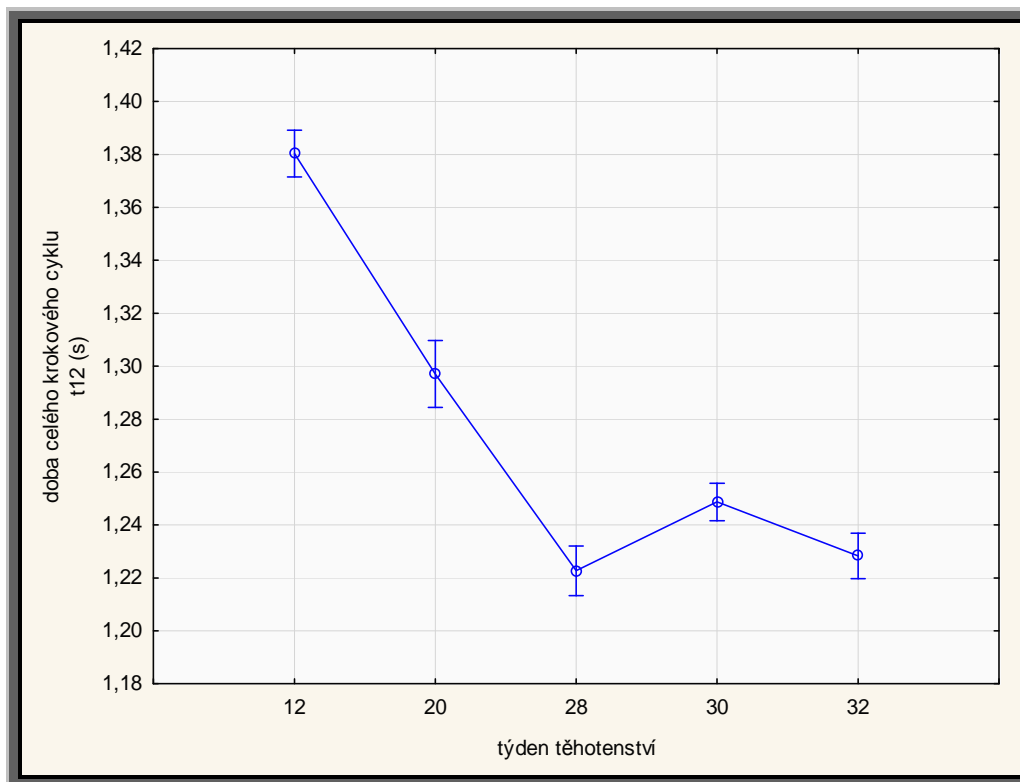
Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení				
	Průměr	Směrodatná odchylka	26	30	34	38	
26	1,10	0,01					26
30	1,04	0,01	X				30
34	1,10	0,01		X			34
38	1,10	0,01		X			38



Obrázek 29 - grafické znázornění změn proměnné t12 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 21 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t12 u 2. osoby

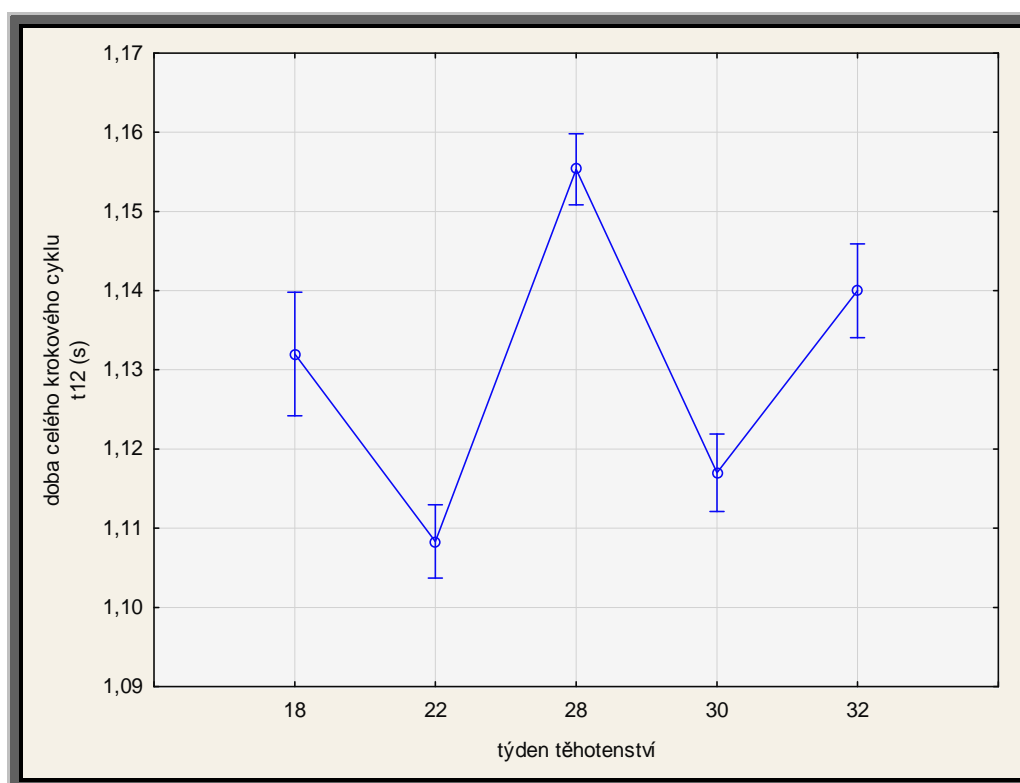
Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení				
	Průměr	Směrodatná odchylka	12	20	28	30	32
12	1,00	0,01					
20	0,98	0,02	X				
28	1,23	0,02	X	X			
30	1,25	0,01	X	X	X		
32	1,23	0,02	X	X		X	



Obrázek 30 - grafické znázornění změn proměnné t12 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 22 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t12 u 3. osoby

Týden těhotenství	Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělání				
	Průměr	Směrodatná odchylka	18	22	28	30	32
18	1,13	0,01					
22	1,11	0,01	X				
28	1,16	0,01	X	X			
30	1,12	0,01	X		X		
32	1,14	0,01		X	X	X	



Obrázek 31 - grafické znázornění změn proměnné t12 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.2 Silové proměnné

Do této podkapitoly jsou zařazeny 4 parametry dynamické analýzy (F3, F4, F5, F6).

5.2.1 Maximální hodnota anterioposteriorní síly v brzdící fázi

U parametru F3 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval u všech na obou dolních končetinách různě.

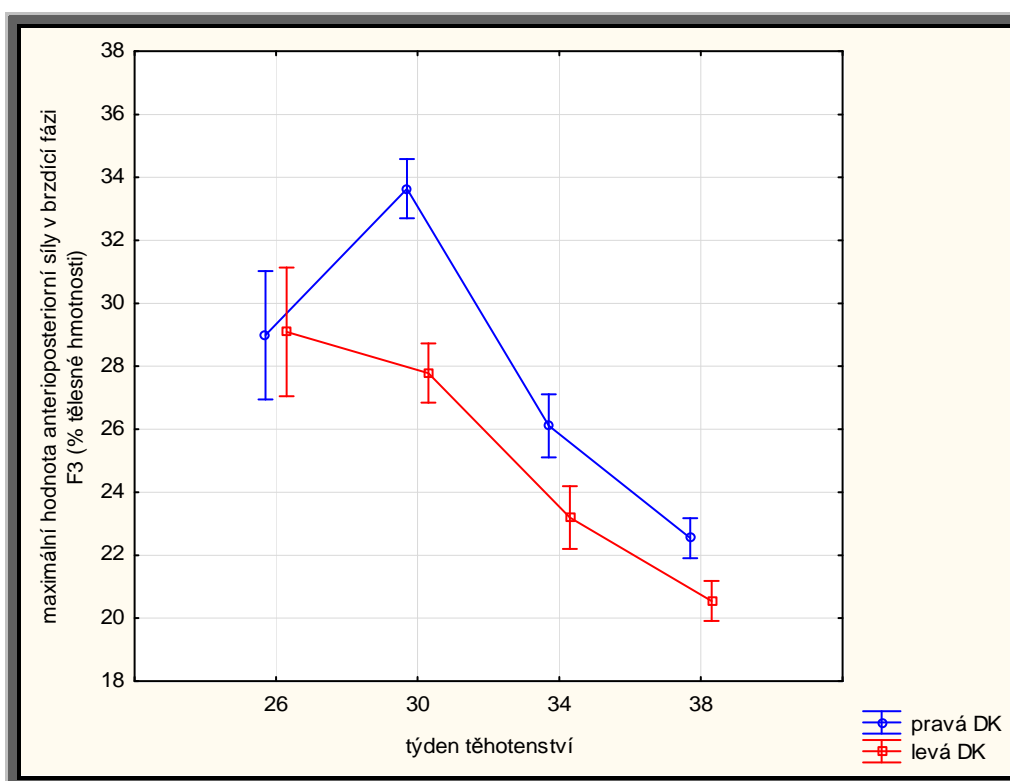
1. osoba – ve sledovaném parametru F3 došlo ke statisticky významnému rozdílu na pravé DK mezi všemi porovnávanými dvojicemi kromě 26. a 34. týdne a na levé DK byly pozorovány statisticky významné rozdíly mezi prvními a druhými dvěma měřeními navzájem. Statisticky významné rozdíly byly tedy pozorovány na pravé DK mezi 26. a 30., 26. a 38., 30. a 34., 30. a 38., 34. a 38. týdnem, na levé DK mezi 26. a 34., 26. a 38., 30. a 34., 30. a 38. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 23, Obrázek 32).

2. osoba – zde byl shledán rozdíl na pravé DK mezi všemi dvojicemi kromě dvojic měření po sobě následujících s výjimkou posledních dvou měření, tedy mezi 12. a 28., 12. a 30., 12. a 32., 20. a 30., 20. a 32., 28. a 32., 30. a 32. týdnem. Na levé DK byly statisticky významné rozdíly mezi 12. a 32., 20. a 28., 20. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla vzrůstající (Tabulka 24, Obrázek 33).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách a to na pravé DK mezi 18. a 32., 22. a 32., 28. a 30., 28. a 32. týdnem. U levé DK mezi prvními a posledními dvěma měřeními navzájem, tedy statisticky významný rozdíl byl shledán mezi 18. a 30., 18. a 32., 22. a 30., 22. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla po počátečním mírném nárůstu klesající (Tabulka 25, Obrázek 34).

Tabulka 23 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F3 u 1. osoby

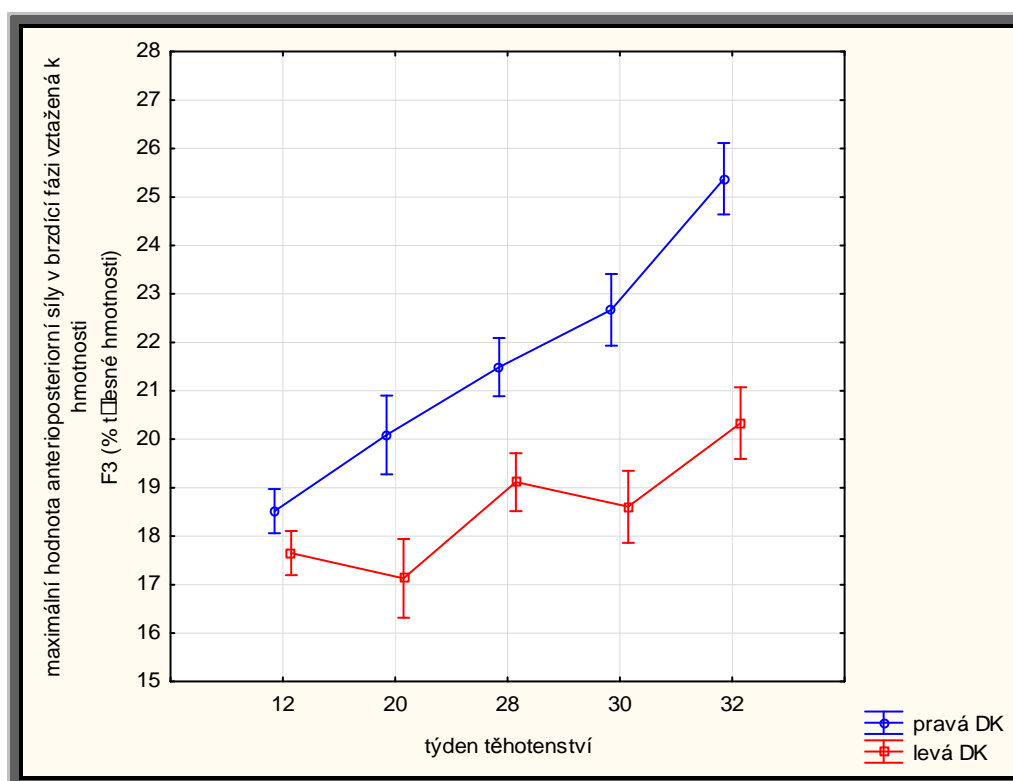
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení								
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK				
				26	30	34	38	26	30	34	38	
Pravá	26	29,0	4,49									26
	30	33,6	1,68	X								30
	34	26,1	2,10		X							34
	38	22,5	1,17	X	X	X						38
Levá	26	29,1	3,1		X		X					26
	30	27,8	1,86	X	X							30
	34	23,2	1,65	X	X			X	X			34
	38	20,5	1,22	X	X	X		X	X			38



Obrázek 32 - grafické znázornění změn proměnné F3 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 24 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F3 u 2. osoby

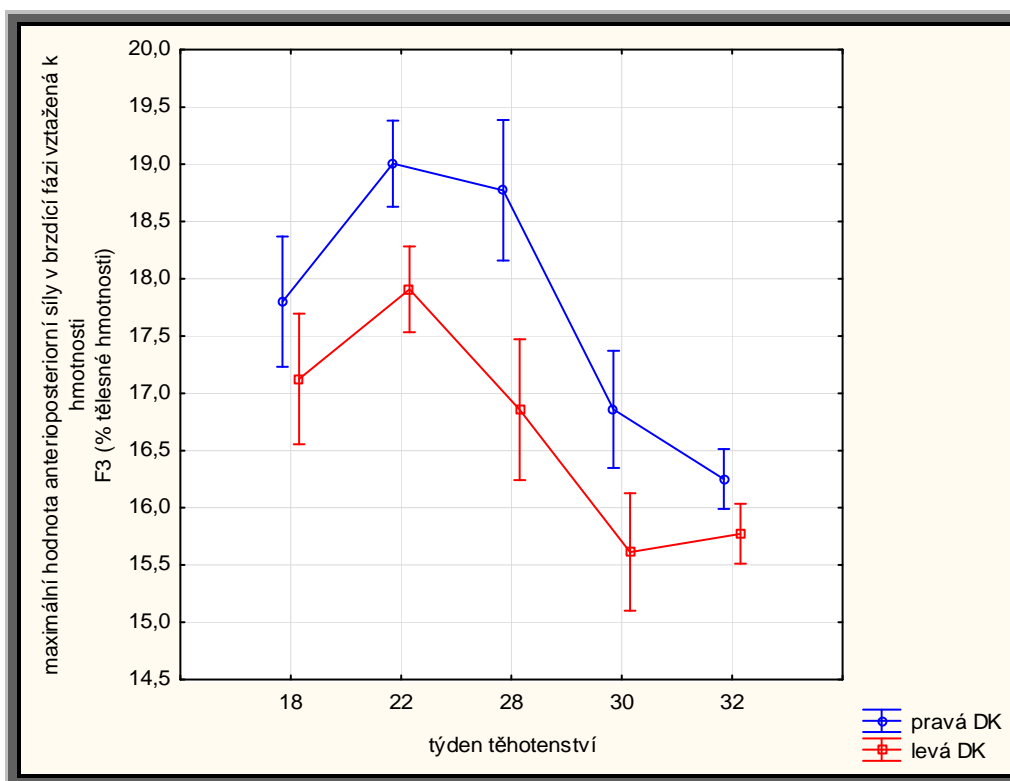
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	18,51	0,90											
	20	20,09	1,31											
	28	24,44	11,04	X										
	30	22,67	1,59	X	X									
	32	25,38	1,54	X	X	X	X							
Levá	12	17,65	0,82		X	X	X	X						
	20	17,13	1,74		X	X	X	X						
	28	21,18	8,04			X	X	X		X				
	30	18,61	1,18			X	X	X						
	32	20,33	1,23				X	X	X	X	X			



Obrázek 33 - grafické znázornění změn proměnné F3 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 25 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F3 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdění										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	17,80	1,23											18
	22	19,01	0,82											22
	28	18,77	1,22											28
	30	16,86	1,25			X								30
	32	16,25	0,58	X	X	X								32
Levá	18	17,13	0,89		X	X								18
	22	17,91	0,59					X						22
	28	16,86	1,10		X	X								28
	30	15,61	0,56	X	X	X			X	X				30
	32	15,77	0,39	X	X	X			X	X				32



Obrázek 34 - grafické znázornění změn proměnné F3 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.2.2 Maximální hodnota anterioposteriorní síly v akcelerační fázi

U parametru F4 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval u všech na obou dolních končetinách různě u 1. a 3. osoby, u 2. osoby se tento rozdíl projevoval na obou končetinách stejně.

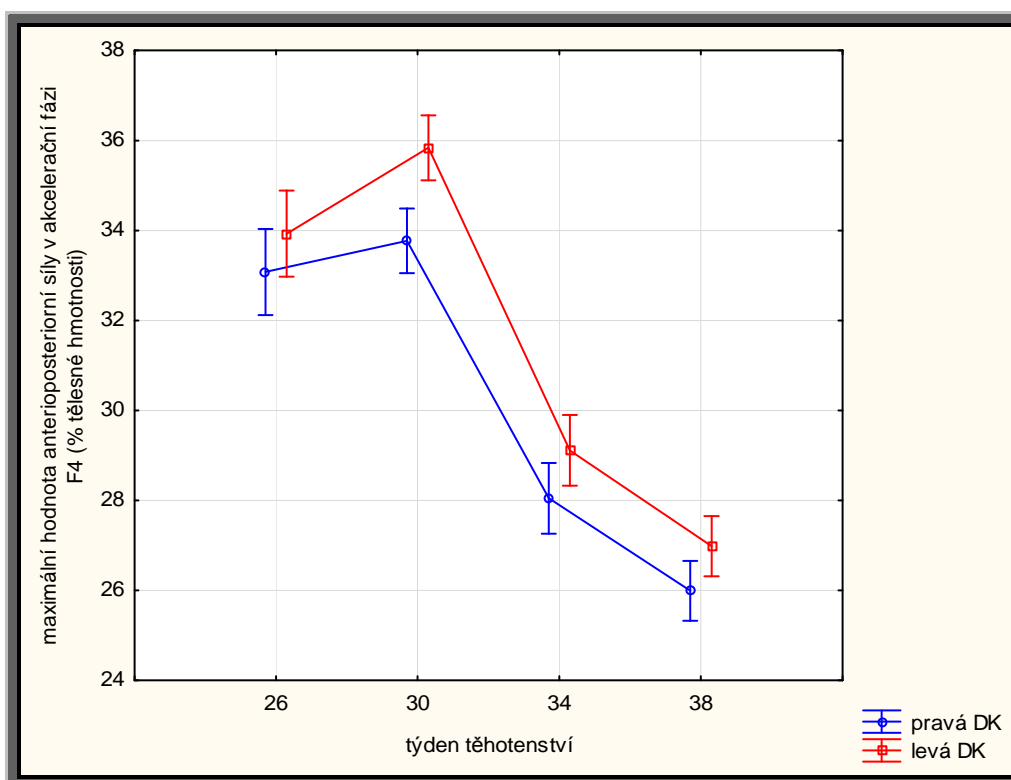
1. osoba – ve sledovaném parametru F4 došlo ke statisticky významnému rozdílu na pravé i levé DK mezi prvními a posledními dvěma porovnávanými dvojicemi navzájem, tedy mezi 26. a 34., 26. a 38., 30. a 34., 30. a 38. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 26, Obrázek 35).

2. osoba – zde byl shledán rozdíl na pravé i levé DK statisticky významný rozdíl mezi 12. a 28., 12. a 30., 12. a 32., 20. a 32. týdnem, na pravé navíc ještě mezi 30. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla vzrůstající (Tabulka 27, Obrázek 36).

3. osoba – vykazovala statisticky významné rozdíly na obou dolních končetinách shodně mezi 18. a 30., 18. a 32., 22. a 28., 22. a 30., 22. a 32. týdnem, na levé DK navíc i mezi 18. a 28. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 28, Obrázek 37).

Tabulka 26 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F4 u 1. osoby

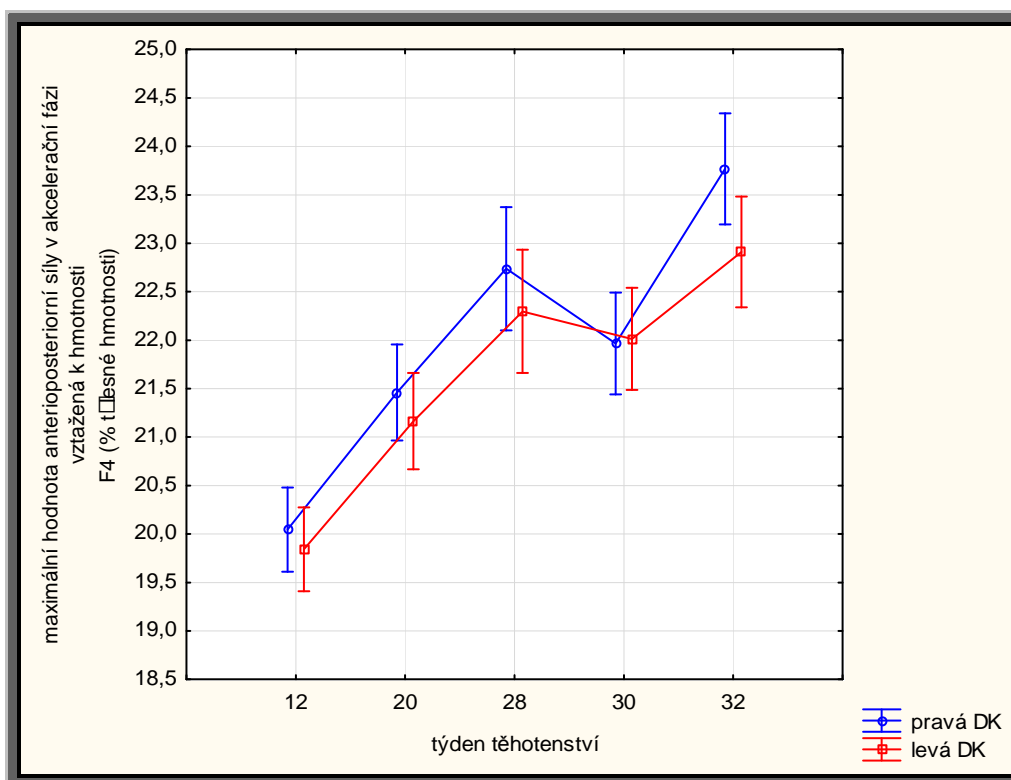
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení								
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK				
				26	30	34	38	26	30	34	38	
Pravá	26	33,1	2,08									26
	30	33,8	1,50									30
	34	28,0	1,40	X	X							34
	38	26,0	1,18	X	X							38
Levá	26	33,9	1,5			X	X					26
	30	35,8	1,21	X		X	X					30
	34	29,1	1,57	X	X		X	X	X			34
	38	27,0	1,34	X	X			X	X			38



Obrázek 35 - grafické znázornění změn proměnné F4 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 27 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F4 u 2. osoby

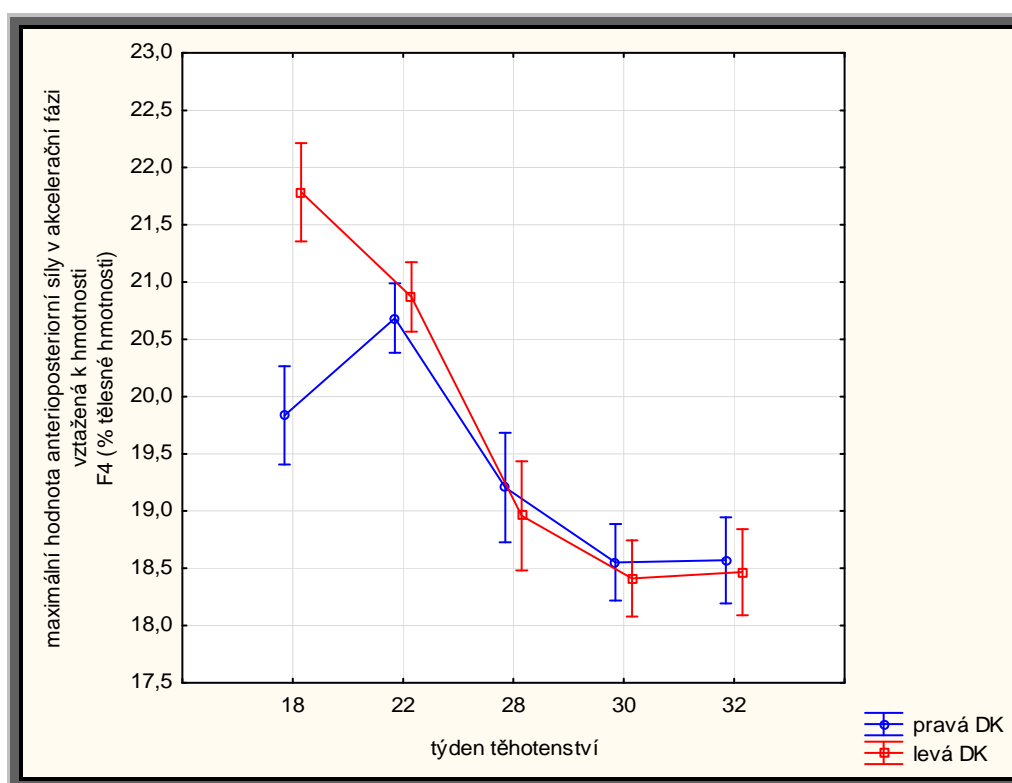
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	20,05	0,88											
	20	21,46	0,93											
	28	25,11	9,34	X										
	30	21,97	1,06	X										
	32	23,77	1,18	X	X		X							
Levá	12	19,84	0,76		X	X	X	X						
	20	21,17	0,94			X		X						
	28	24,91	10,20	X					X					
	30	22,01	0,92	X				X	X					
	32	22,91	0,97	X					X	X				



Obrázek 36 - grafické znázornění změn proměnné F4 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 28 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F4 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	19,84	0,81											
	22	20,69	0,50											
	28	19,21	0,72		X									
	30	18,55	0,50	X	X									
	32	18,57	0,54	X	X									
Levá	18	21,79	0,81	X		X	X	X						
	22	20,87	0,65			X	X	X						
	28	18,96	1,05		X				X	X				
	30	18,41	0,74	X	X				X	X				
	32	18,47	0,85	X	X				X	X				



Obrázek 37 - grafické znázornění změn proměnné F4 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.2.3 Maximální hodnota vertikální síly v brzdící fázi

U parametru F5 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval u 3. osoby na obou dolních končetinách stejně, u 1. a 2. osoby různě.

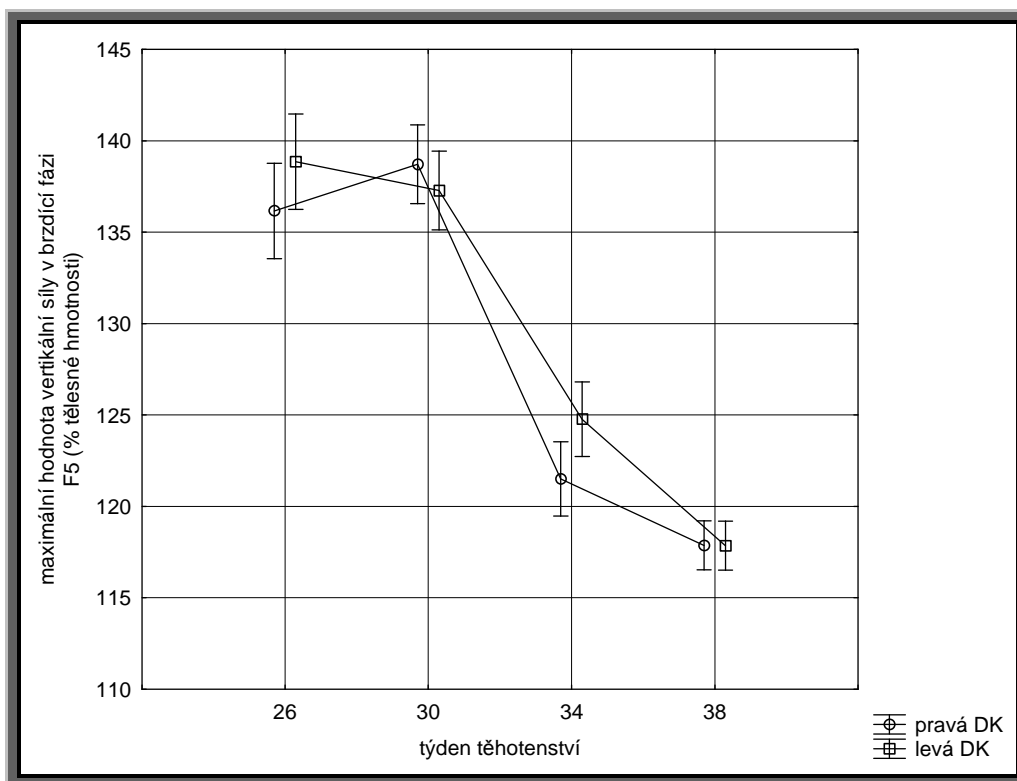
1. osoba – ve sledovaném parametru F5 došlo ke statisticky významným rozdílům na obou dolních končetinách mezi prvními a druhými dvěma měřeními navzájem, na levé navíc ještě mezi posledními dvěma vůči sobě. Statisticky významné rozdíly byly tedy pozorovány u obou dolních končetin mezi 26. a 34., 26. a 38., 30. a 34., 30. a 38. týdnem, na levé DK navíc ještě mezi 34. a 38. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 29, Obrázek 38).

2. osoba – zde byly shledány rozdíly na pravé DK mezi 12. a 32., 20. a 32. týdnem, na levé DK pak žádné statisticky významné rozdíly shledány nebyly. Celková tendence byla pro pravou DK vzrůstající, pro levou DK měla setrvalý charakter (Tabulka 30, Obrázek 39).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách a to na pravé DK mezi 18. a 22., 22. a 32. týdnem, u levé DK mezi 22. a 30., 22. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla po počátečním nárůstu klesající (Tabulka 31, Obrázek 40).

Tabulka 29 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F5 u 1. osoby

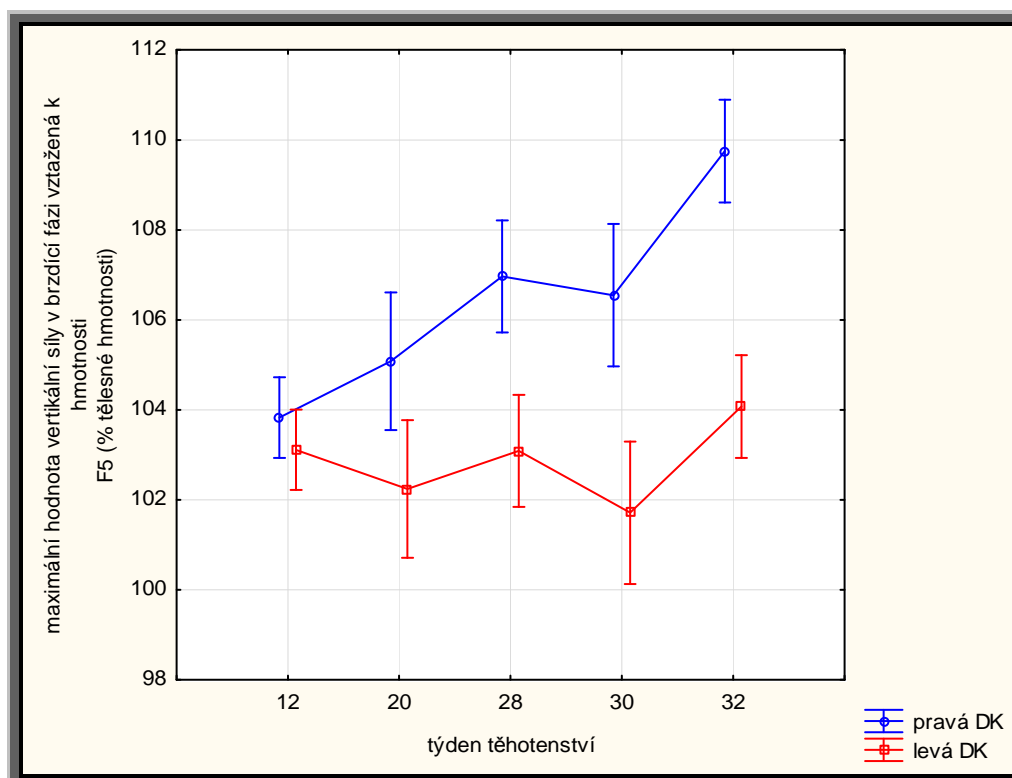
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdění								
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK				
				26	30	34	38	26	30	34	38	
Pravá	26	136,2	5,34									26
	30	138,7	3,75									30
	34	121,5	4,09	X	X							34
	38	117,9	2,04	X	X							38
Levá	26	138,9	4,5			X	X					26
	30	137,3	4,36			X	X					30
	34	124,8	3,59	X	X		X	X	X			34
	38	117,8	2,95	X	X			X	X	X		38



Obrázek 38 - grafické znázornění změn proměnné F5 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 30 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F5 u 2. osoby

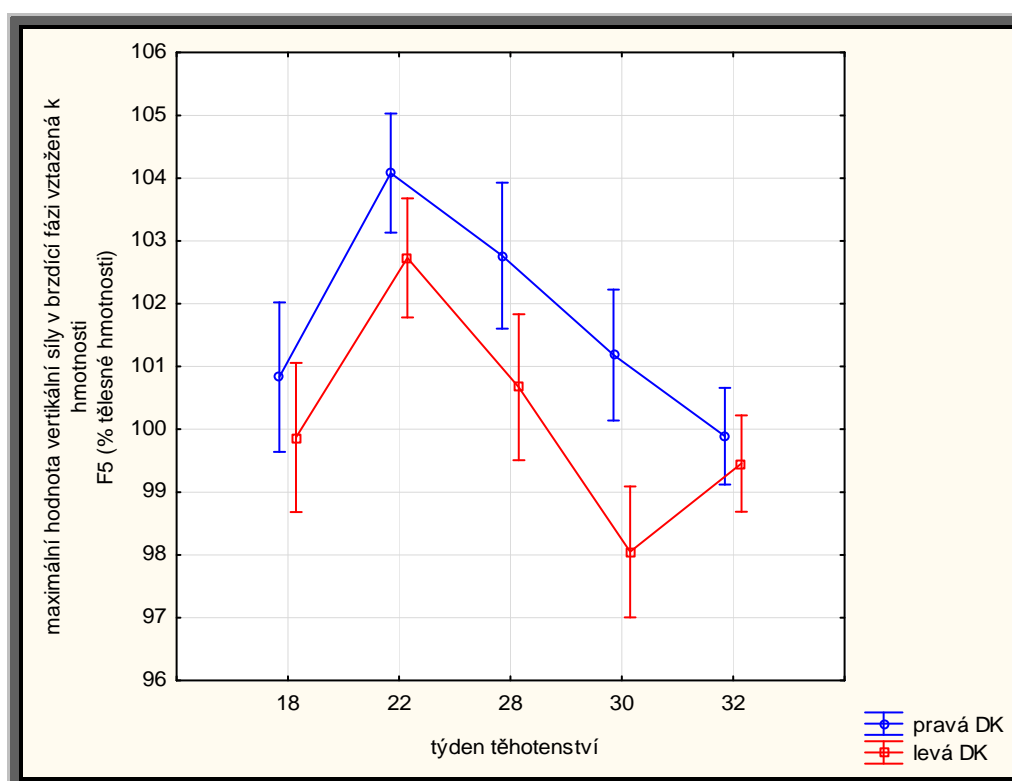
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdění										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	103,83	2,04											
	20	105,08	3,00											
	28	103,98	2,90											
	30	106,55	3,62											
	32	109,75	2,55	X	X									
Levá	12	103,11	1,25			X		X						
	20	102,24	2,78			X	X	X						
	28	107,04	2,67			X		X						
	30	101,71	2,20			X	X	X						
	32	104,08	1,67					X						



Obrázek 39 - grafické znázornění změn proměnné F5 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 31 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F5 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělání										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	100,83	1,97											18
	22	104,08	2,01	X										22
	28	102,76	2,37											28
	30	101,18	1,66											30
	32	99,89	1,08		X									32
Levá	18	99,87	2,49		X									18
	22	102,73	1,54											22
	28	100,67	2,02		X									28
	30	98,05	2,24		X	X	X			X				30
	32	99,46	1,75		X	X				X				32



Obrázek 40 - grafické znázornění změn proměnné F5 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.2.4 Maximální hodnota vertikální síly v akcelerační fázi

U parametru F6 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval na obou dolních končetinách stejně u 2. osoby, u 1. a 3. osoby různě.

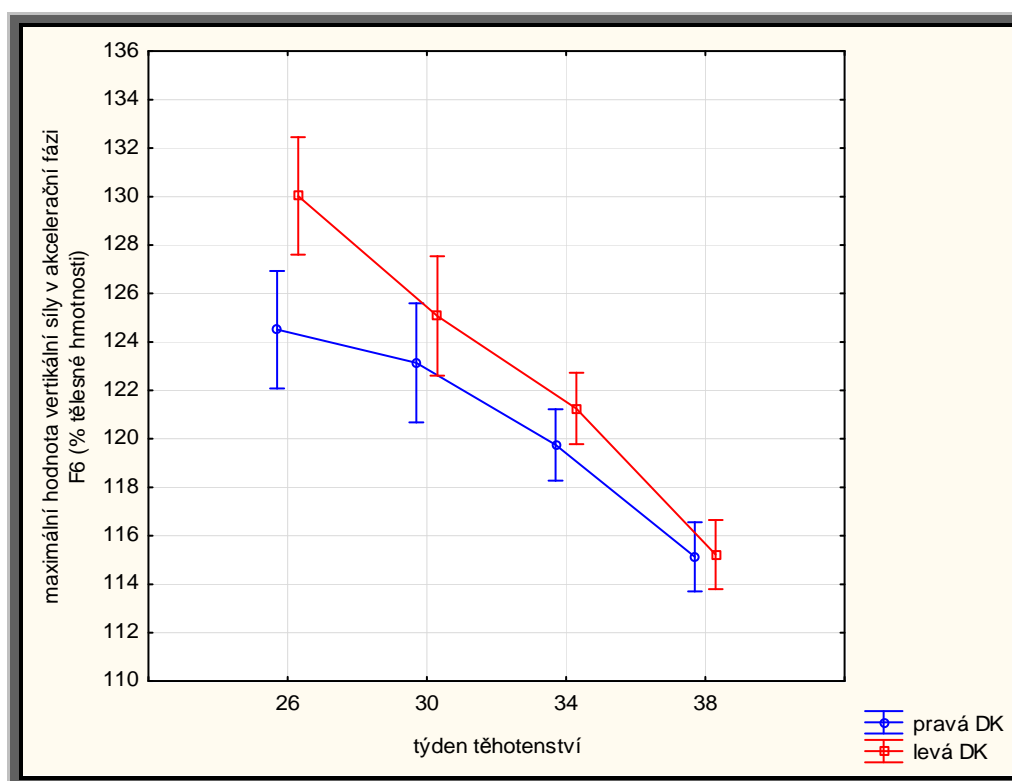
1. osoba – ve sledovaném parametru F6 došlo ke statisticky významnému rozdílu na pravé DK mezi 26. a 38., 30. a 38. týdnem, na levé končetině byly pozorovány statisticky významné rozdíly mezi 26. a 34., 26. a 38., 30. a 38., 34. a 38. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 32, Obrázek 41).

2. osoba – zde nebyl shledán statisticky významný rozdíl mezi žádnou z dvojic ani jedné končetiny. Celková tendence byla setrvalá (Tabulka 33, Obrázek 42).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách a to na pravé DK mezi 18. a 32., 22. a 30., 22. a 32., 28. a 32. týdnem. U levé DK byl shledán statisticky významný rozdíl mezi 18. a 28., 18. a 30., 18. a 32., 22. a 30., 22. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla klesající (Tabulka 34, Obrázek 43).

Tabulka 32 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F6 u 1. osoby

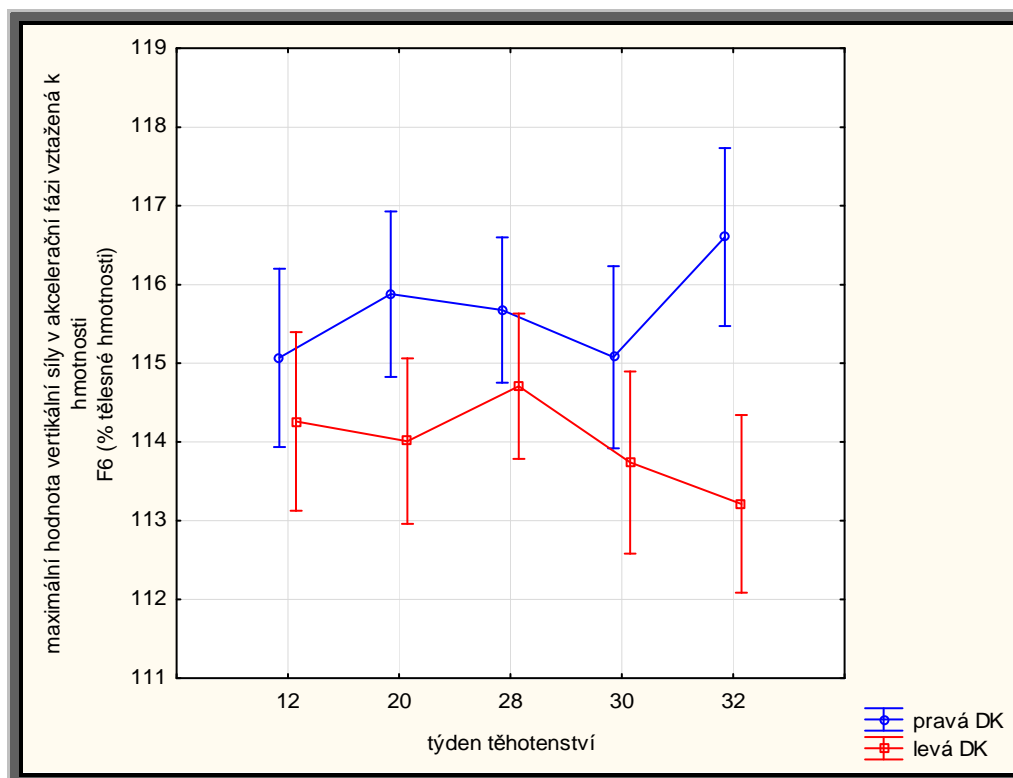
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení								
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK				
				26	30	34	38	26	30	34	38	
Pravá	26	124,5	5,51	/	/	/	/	/	/	/	/	26
	30	123,1	5,02									30
	34	119,8	3,06									34
	38	115,1	2,61	X	X							38
Levá	26	130,0	3,4	X	X	X	X					26
	30	125,1	4,26			X	X					30
	34	121,3	2,49				X	X				34
	38	115,2	2,78	X	X			X	X	X		38



Obrázek 41 - grafické znázornění změn proměnné F6 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 33 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F6 u 2. osoby

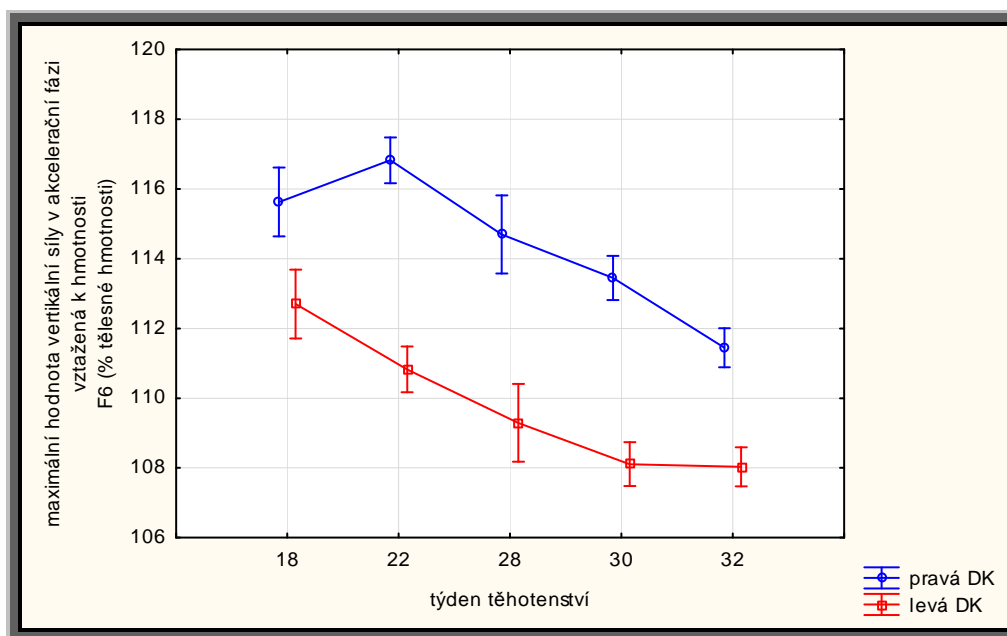
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná Odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	115,07	2,60											12
	20	115,88	2,29											20
	28	115,77	2,86											28
	30	115,08	2,64											30
	32	116,60	2,33											32
Levá	12	114,26	1,54											12
	20	114,01	1,63											20
	28	114,86	2,48											28
	30	113,74	1,60											30
	32	113,21	1,92					X						32



Obrázek 42 - grafické znázornění změn proměnné F6 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 34 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F6 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdění										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	115,63	1,94											
	22	116,83	1,08											
	28	114,70	1,36											
	30	113,45	1,00		X									
	32	111,45	1,02	X	X	X								
Levá	18	112,70	1,79	X	X									
	22	110,83	1,39	X	X	X	X							
	28	109,29	2,66	X	X	X	X		X					
	30	108,11	1,37	X	X	X	X	X	X	X				
	32	108,03	1,09	X	X	X	X	X	X	X				



Obrázek 43 - grafické znázornění změn proměnné F6 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.3 Velikost impulzů síly

Do této podkapitoly jsou zařazeny 3 parametry dynamické analýzy (I3, I4, I7)

5.3.1 Impulz anterioposteriorní síly v brzdící fázi

U parametru I3 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval u 1. a 2. osoby na obou dolních končetinách různě, u 3. osoby stejně.

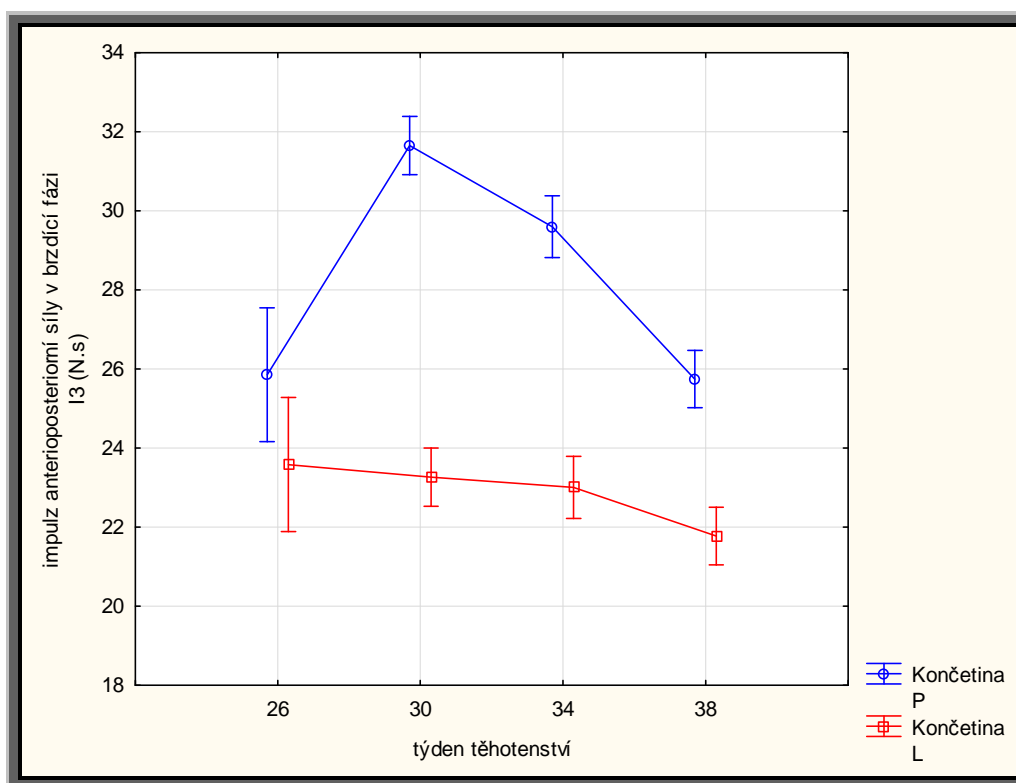
1. osoba – ve sledovaném parametru I3 došlo ke statisticky významnému rozdílu na pravé DK mezi prvním měřením a všemi ostatními a mezi druhým a posledním měřením. Statisticky významné rozdíly byly tedy pozorovány mezi 26. a 30., 26. a 34., 26. a 38., 30. a 38. týdnem těhotenství. Na levé DK žádné statisticky významné rozdíly pozorovány nebyly. Celková tendence byla na pravé končetině po počátečním vzestupu klesající, na levé DK setrvalá (Tabulka 35, Obrázek 44).

2. osoba – zde byl shledán rozdíl na pravé DK mezi 12. a 30., 12. a 32., 20. a 30., 20. a 32., 28. a 32., 30. a 32. týdnem. Na levé DK byly statisticky významné rozdíly mezi všemi dvojicemi, kde byl alespoň jeden z porovnávaných parametrů 28., respektive 30. týden těhotenství. Jinými slovy byly rozdíly shledány mezi 12. a 20., 12. a 32., 20. a 28., 20. a 30., 20. a 32., 28. a 32., 30. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla vzrůstající (Tabulka 36, Obrázek 45).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách a to na pravé DK mezi 18. a 28., 28. a 30. týdnem, u levé DK byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi 18. a 28., 18. a 32., 28. a 30., 30. a 32. týdnem těhotenství (Tabulka 37, Obrázek 46).

Tabulka 35 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I3 u 1. osoby

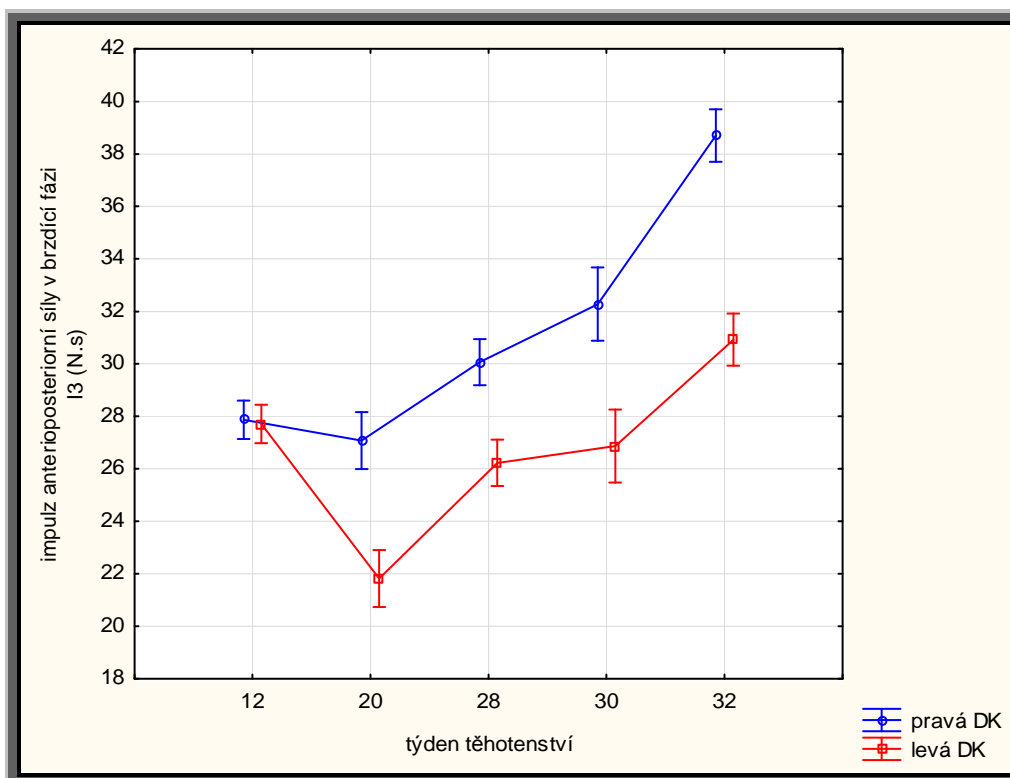
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení									
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK					
				26	30	34	38	26	30	34	38		
Pravá	26	25,9	3,95										26
	30	31,7	1,46	X									30
	34	29,6	1,49	X									34
	38	25,7	1,60	X	X								38
Levá	26	23,6	2,2		X	X							26
	30	23,3	1,31		X	X							30
	34	23,0	1,47	X	X	X							34
	38	21,8	1,10	X	X	X	X						38



Obrázek 44 - grafické znázornění změn proměnné I3 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 36 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I3 u 2. osoby

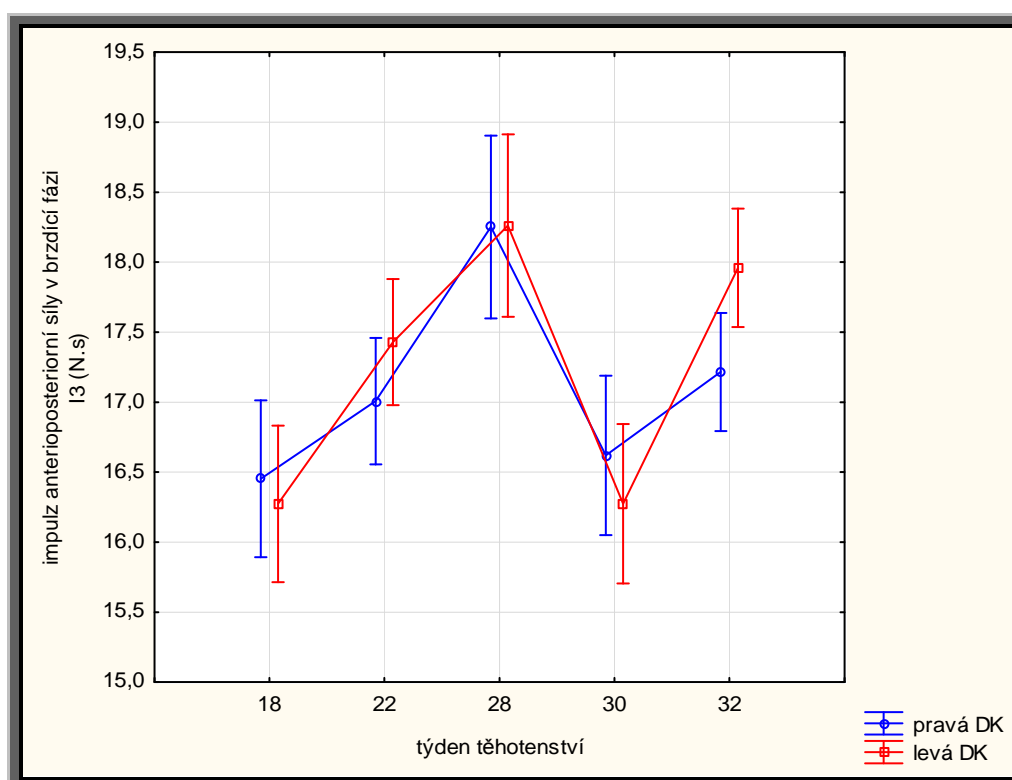
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr (p)	Směrodatná Odchylka (sd)	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	27,87	1,34											
	20	27,08	1,78											
	28	30,12	1,89											
	30	32,28	3,11	X	X									
	32	38,70	2,08	X	X	X	X							
Levá	12	27,71	1,42				X	X						
	20	21,82	2,29	X	X	X	X	X	X					
	28	26,10	1,53			X	X	X		X				
	30	26,87	2,05			X	X	X		X				
	32	30,93	1,67	X	X			X	X	X	X	X		



Obrázek 45 - grafické znázornění změn proměnné I3 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 37 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I3 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení											
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK						
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32		
Pravá	18	16,45	0,79												18
	22	17,01	0,83												22
	28	18,25	1,42	X											28
	30	16,62	1,18			X									30
	32	17,22	0,80												32
Levá	18	16,27	1,27			X									18
	22	17,43	0,88												22
	28	18,26	1,02	X			X		X						28
	30	16,27	0,96			X					X				30
	32	17,96	0,80						X			X			32



Obrázek 46 - grafické znázornění změn proměnné I3 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.3.2 Impulz anterioposteriorní síly v akcelerační fázi

U parametru I4 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval u všech na obou dolních končetinách různě.

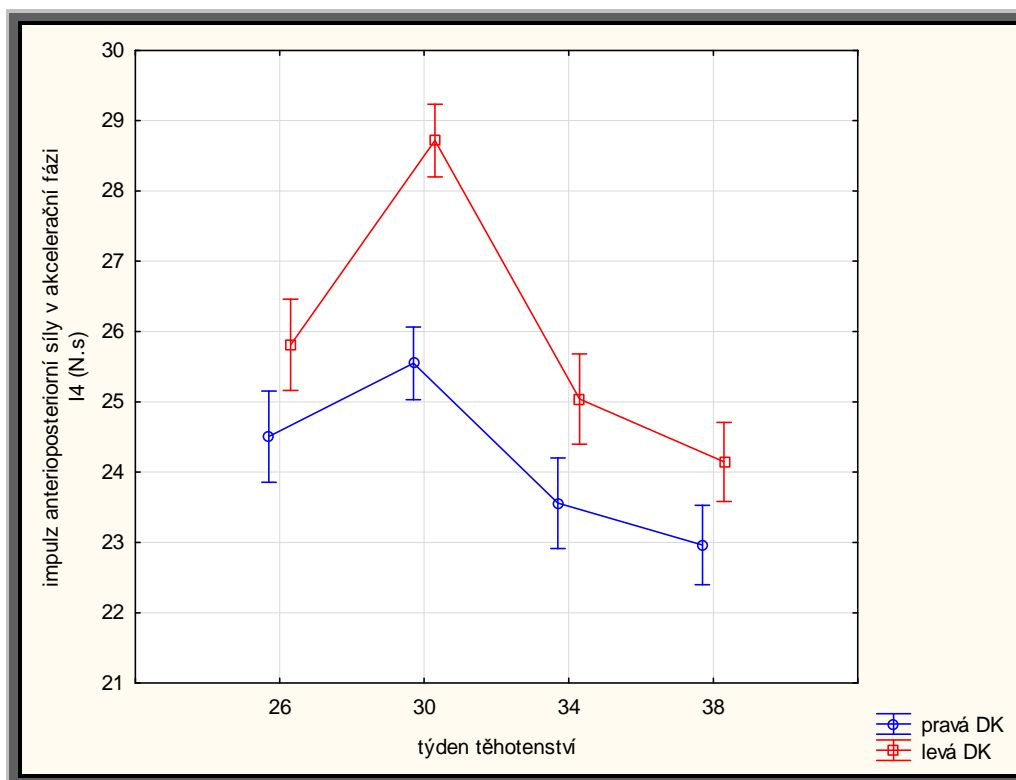
1. osoba – ve sledovaném parametru I4 došlo ke statisticky významnému rozdílu na obou dolních končetinách mezi všemi parametry porovnávanými s 30. týdnem těhotenství vyjma 26. týdne na pravé DK. dvojicemi kromě 26. a 34. Jinými slovy byly pozorovány statisticky významné rozdíly u obou končetin mezi 30. a 34., 30. a 38. týdnem těhotenství, na levé navíc ještě mezi 26. a 30. týdnem. Celková tendence byla po počátečním nárůstu klesající (Tabulka 38, Obrázek 47).

2. osoba – zde nebyl shledán statisticky významný rozdíl na prvé DK mezi žádnou z dvojic porovnávaných parametrů. Na levé DK byly statisticky významné rozdíly mezi 12. týdnem těhotenství a všemi ostatními měřeními, tedy mezi 12. a 20., 12. a 28., 12. a 30., 12. a 32. týdnem. Celková tendence byla velmi mírně vzrůstající (Tabulka 39, Obrázek 48).

3. osoba – vykazovala rozdíly na pravé DK mezi 18. a 28., 18. a 32., 22. a 28., 22. a 32., 28. a 30. týdnem. U levé DK žádné statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými týdny těhotenství shledány nebyly. Celková tendence byla mírně vzrůstající (Tabulka 40, Obrázek 49).

Tabulka 38 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I4 u 1. osoby

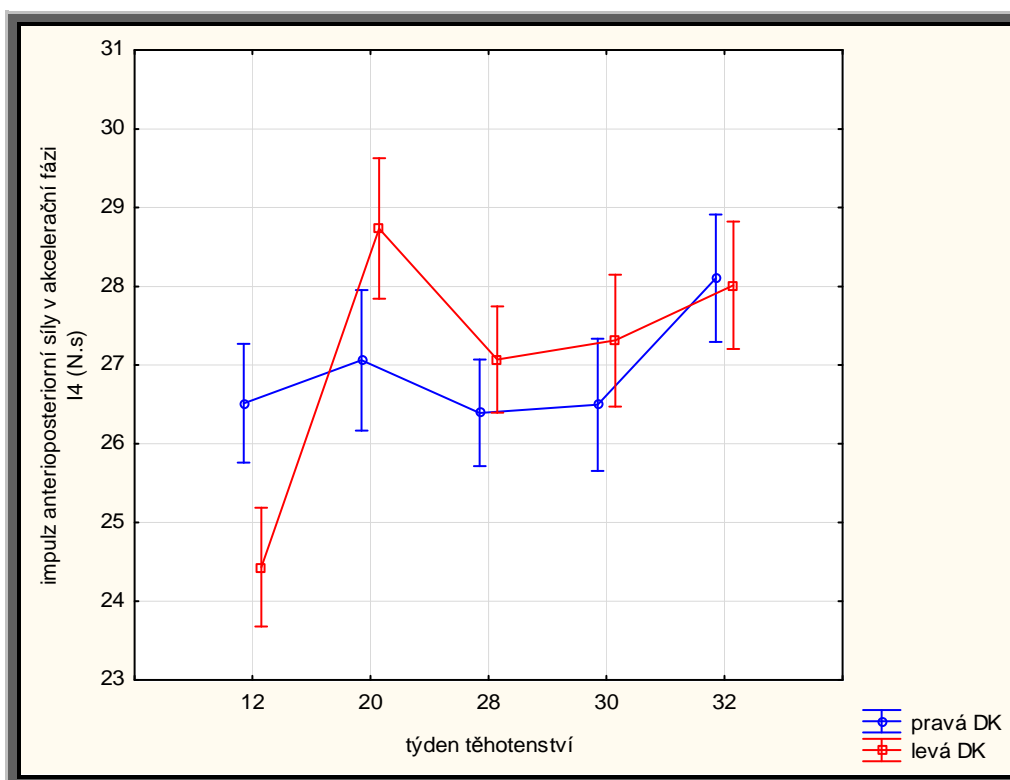
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení								
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK				
				26	30	34	38	26	30	34	38	
Pravá	26	24,5	1,55									26
	30	25,5	1,25									30
	34	23,6	1,33		X							34
	38	23,0	0,95		X							38
Levá	26	25,8	0,8			X	X					26
	30	28,7	0,59	X	X	X	X	X				30
	34	25,0	1,09				X		X			34
	38	24,1	1,17						X			38



Obrázek 47 - grafické znázornění změn proměnné I4 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 39 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I4 u 2. osoby

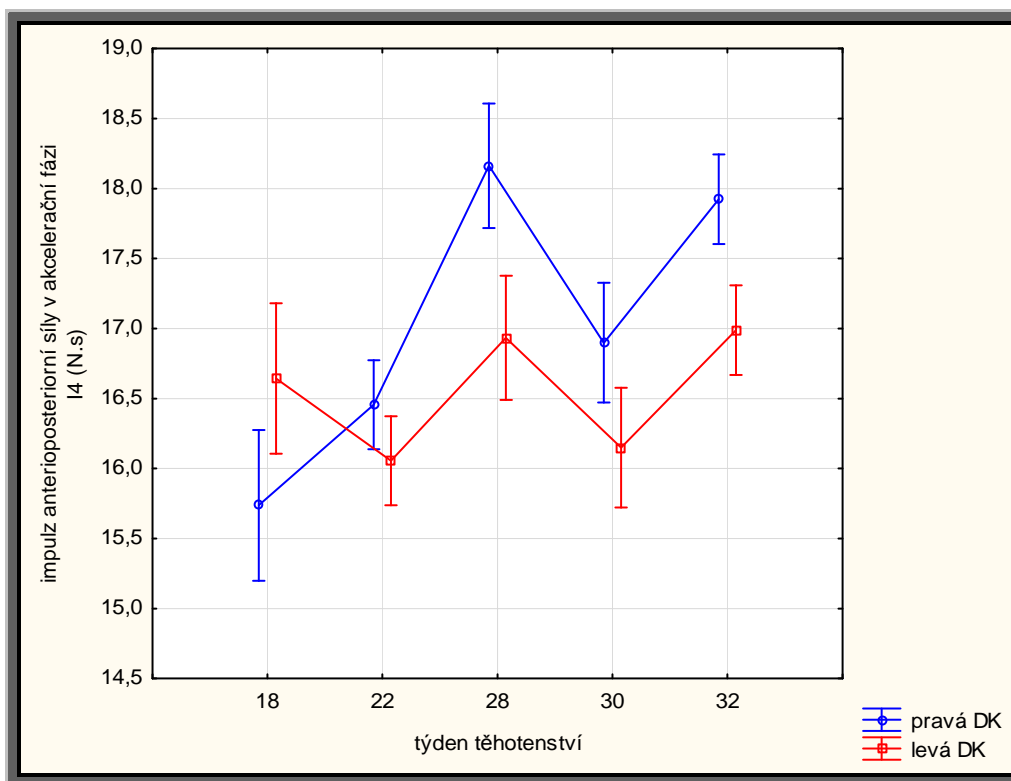
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdění										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	26,51	1,45											12
	20	27,06	1,07											20
	28	26,25	1,37											28
	30	26,50	1,56											30
	32	28,10	1,49											32
Levá	12	24,43	1,40		X			X						12
	20	28,74	2,13			X			X					20
	28	26,94	1,27						X					28
	30	27,31	1,61						X					30
	32	28,01	1,57						X					32



Obrázek 48 - grafické znázornění změn proměnné I4 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 40 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I4 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	15,74	0,96											
	22	16,46	0,62											
	28	18,16	0,71	X	X									
	30	16,90	0,55			X								
	32	17,92	0,47	X	X									
Levá	18	16,64	1,07			X		X						
	22	16,05	0,58			X		X						
	28	16,93	0,95			X								
	30	16,15	1,00			X		X						
	32	16,99	0,71	X										



Obrázek 49 - grafické znázornění změn proměnné I4 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

5.3.3 Celkový impulz vertikální síly

U parametru F7 byl shledán statisticky významný rozdíl s ohledem na pokročilost těhotenství a změny chůze u všech třech osob. Tento efekt se projevoval na obou dolních končetinách různě u 1. a 3. osoby, u 2. osoby stejně.

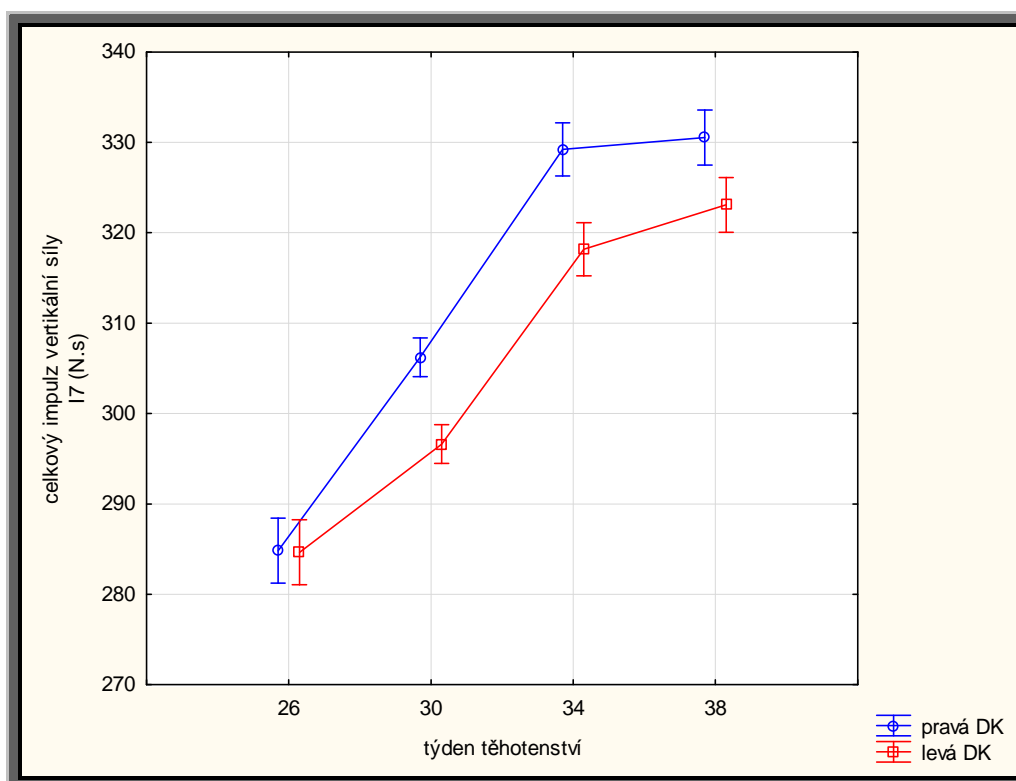
1. osoba – ve sledovaném parametru F3 došlo ke statisticky významnému rozdílu na obou končetinách mezi všemi porovnávanými dvojicemi měření mezi sebou navzájem s výjimkou posledních dvou, kde statisticky významný rozdíl pozorován nebyl. Statisticky významné rozdíly byly tedy pozorovány na obou končetinách mezi 26. a 30., 26. a 34., 26. a 38., 30. a 34., 30. a 38. týdnem těhotenství. Celková tendence byla vzrůstající (Tabulka 41, Obrázek 50).

2. osoba – zde byl shledán rozdíl na obou končetinách shodně při porovnávání s 12. týdnem těhotenství a ještě v dalších třech sledovaných dvojicích. Můžeme tedy říci, že byl shledán statisticky významný rozdíl mezi 12. a 20., 12. a 28., 12. a 30., 12. a 32., 20. a 32., 28. a 30., 28. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla po počátečním poklesu vzrůstající, avšak hodnot prvního měření nedosáhla (Tabulka 42, Obrázek 51).

3. osoba – vykazovala rozdíly na obou dolních končetinách mezi veškerými porovnávanými dvojicemi měření kromě prvních dvou mezi sebou a u pravé DK mezi 28. a 32. týdnem. Lze tedy říci, že byly shledány statisticky významné rozdíly mezi 18. a 28., 18. a 30., 18. a 32., 22. a 28., 22. a 30., 22. a 32., 28. a 30., 30. a 32. týdnem, na levé ještě mezi 28. a 32. týdnem těhotenství. Celková tendence byla mírně vzrůstající (Tabulka 43, Obrázek 52).

Tabulka 41 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I7 u 1. osoby

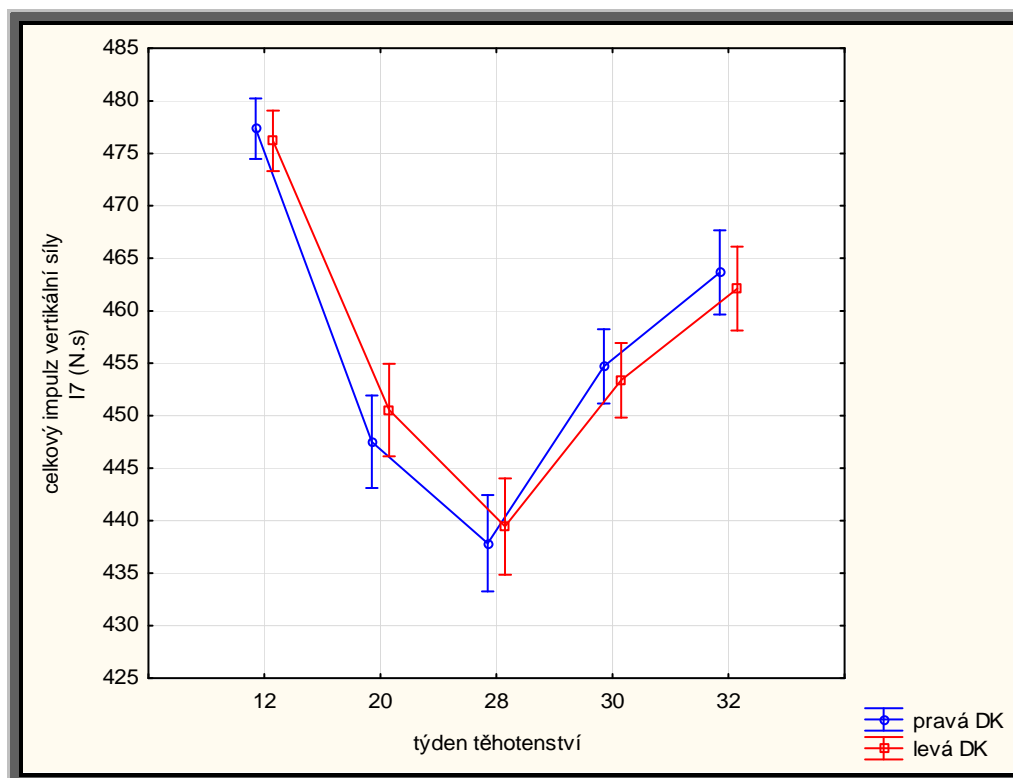
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení								
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK				Levá DK				
				26	30	34	38	26	30	34	38	
Pravá	26	284,8	8,21									
	30	306,2	4,69	X								
	34	329,2	5,83	X	X							
	38	330,5	6,86	X	X							
Levá	26	284,6	5,0		X	X	X					
	30	296,6	3,28	X	X	X	X	X				
	34	318,2	5,26	X	X	X	X	X	X			
	38	323,1	4,30	X	X			X	X			



Obrázek 50 - grafické znázornění změn proměnné I7 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 42 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I7 u 2. osoby

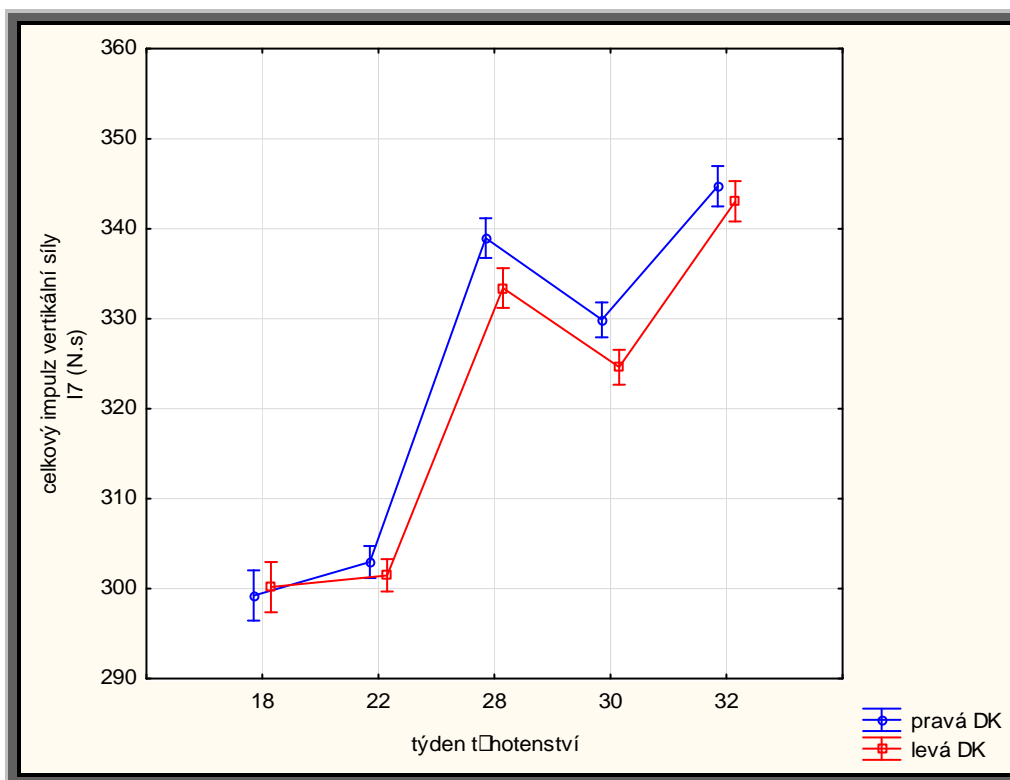
Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				12	20	28	30	32	12	20	28	30	32	
Pravá	12	477,35	6,00											
	20	447,52	8,89	X										
	28	439,27	8,42	X										
	30	454,71	7,64	X		X								
	32	463,65	6,65	X	X	X								
Levá	12	476,19	4,80		X	X	X	X						
	20	450,55	7,77	X		X		X	X					
	28	439,98	8,96	X			X	X	X					
	30	453,39	5,61	X		X			X		X			
	32	462,11	8,39	X	X	X			X	X	X			



Obrázek 51 - grafické znázornění změn proměnné I7 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

Tabulka 43 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I7 u 3. osoby

Obecné údaje		Základní statistické charakteristiky		Významnost rozdělení										
Měřená DK	Týden těhotenství	Průměr	Směrodatná odchylka	Pravá DK					Levá DK					
				18	22	28	30	32	18	22	28	30	32	
Pravá	18	299,22	4,96											
	22	302,95	2,89											
	28	338,96	4,32	X	X									
	30	329,89	3,71	X	X	X								
	32	344,72	2,36	X	X		X							
Levá	18	300,17	5,59			X	X	X						
	22	301,48	3,81			X	X	X						
	28	333,41	4,02	X	X			X	X	X				
	30	324,61	3,62	X	X	X		X	X	X	X			
	32	343,05	5,51	X	X		X		X	X	X	X		



Obrázek 52 - grafické znázornění změn proměnné I7 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95

6 Diskuse

Živá soustava bývá obvykle charakterizována za pomoci šesti proměnných. Mezi ně patří i tři, které jsou nosnou součástí této práce – pohyb, rozmnožování, adaptace. Z tohoto úhlu pohledu je s podivem, že k tak základnímu tématu existuje pouze velmi málo vědeckých prací, které by se touto problematikou zabývaly. Pokud nějaký článek či knihu nalezneme, autoři si hned v úvodu svorně postesknou, že zdrojů je málo a prameny poznání notně omezené. S nejlepším svědomím na tomto místě prohlašuji, že se mi nepodařilo nalézt práci, která by se zaobírala průběžnými změnami chůze v průběhu těhotenství za pomoci dynamické analýzy. Nevím, zda je to způsobeno ostychem a strachem z práce s těhotnými, které budí často respekt, zda tím, že se je výzkumníci bojí oslovit, anebo proto, že (ať se snažím být genderově jakkoli korektní) se v oblasti výzkumu pohybují častěji muži, kterým tato problematika nepříjde zdaleka tak zajímavá, jako kterákoli složka sportu. V každém případě je to podle mě velká škoda – jak absence takové studie, tak naše celospolečenské odklonění od naprosto základních témat, o kterých se většina začne dozvídat až v momentě, kdy „to sami řeší“. Z toho pak pramení mnoho překvapení, úsměvů, planých očekávání i deziluzí. Bližší důvody a následky by jistě vydaly na další diplomovou práci, ale z jiného oboru.

Z nalezených relevantních studií o chůzi jsem se při teoretické přípravě na psaní své diplomové práce dozvěděla různé informace o šířce kroku. N. A. Abu Osman ve své práci (2001) uvádí, že šíře kroku se s postupujícím těhotenstvím až zdvojnásobuje, tedy že z původní distance 16,8 cm se tento parametr zvýší ke konečnému průměru 35 cm. S tím je v rozporu konstatování Foti (2000), která dochází k závěrům, že šíře kroku se sice zvyšuje, ale asi o pouhou polovinu oproti těmto údajům. Navíc dává toto zvětšení šíře kroku do souvislosti s rozšířením pánve v průběhu těhotenství. Následně uvádí, že šíře kroku je sice zvětšena v absolutních číslech, ale k šíři pánve zůstává relativně nezměněna. Existenci „typicky těhotenské chůze“ pak v tomto ohledu zamítá.

Osobně souhlasím s názorem Foti. Změna tělesných proporcí vede ke zvýšenému zapojení svalových skupin a zvýšení šíře kroku nepoměrně k pánvi by vedlo ještě k dalšímu přetěžování už tak namáhaných svalových skupin (zejména abduktorové skupiny kloubu kyčelního).

Co se týče délky kroku, shodují se autoři (Vleeming, 1997; Foti, 2000; Carpes 2008) v tom smyslu, že se jeho délka s postupujícím těhotenstvím snižuje. Autoři studií se rozcházejí ve výsledcích, ke kterým v té které studii při použité metodě a zpracování dat došli. Zatímco Foti (2000) spatřuje největší rozdíly v kinetických parametrech v oblastech kyčlí a kotníků, Carpes (2008) přičítá tyto změny převážně kinetickým parametrům v oblasti kolen.

Z vlastní zkušenosti se v tomto ohledu přikláním k tvrzení Foti (2000). Měla jsem pocit, že s postupujícím těhotenstvím byl pro mě krok z oblasti kyčel náročnější. Tento handicap jsem subjektivně substituovala zvýšeným pohybem v kotnících. Přišlo by mi to i logické v tom smyslu, že jak vzrůstá velikost a hmotnost plodu, zvyšuje se dlouhodobá zátěž na dno pánevní. Jeho kontrakce je však v rozporu s „dlouhým krokem“, tedy současnou extenzí jedné a výraznou flexí druhé dolní končetiny.

Autoři (Foti, 2000; Osman, 2001; Carpes, 2008) docházejí k velmi podobným konstatováním, co se týče změn v namáhání a dlouhodobém přetěžování svalových skupin, s ohledem na změny kinetiky chůze v těhotenství. První dva zmiňovaní autoři spatřují nejvyšší nárůst v oblasti extenzorové skupiny kyčelního kloubu. Samotná Foti pak přidává ještě extenzorovou skupinu téhož kloubu a flexorovou skupinu nohy.

S tím by bylo v souladu i poznání o bolestivosti lýtek těhotných, které bývá přisuzováno nedostatku hořčíku a tento dodáván v podobě tablet. O vhodnosti užívání hořčíku jako „prevence křečů“ se v poslední době vedou spory. Odborná veřejnost není za jedno, zda je vhodné jeho podávání i v období pozdního těhotenství. V té době je riziko vzniku tohoto fenoménu nejvyšší - dopad na denní aktivitu ženy je při takových obtížích značný. Druhá stránka problému tkví v tom, že užívání Mg^{2+} vede k relaxaci všech svalů – tedy i vláken svalů dělohy. Při porodu může nastat problém se silou jejích kontrakcí a zdá se, že zmíněný mechanismus může vést až k nutnosti porodu císařským řezem.

Lýtka jsou při tom zvýšeně namáhána nejen při chůzi, ale i samotném stoji, kdy vyklenující se děloha posunuje těžiště těla směrem vpřed. Na to musí adekvátně reagovat právě musculus triceps surae. Ten je takto chronicky přetěžován a může docházet ke zhoršenému žilnímu návratu. Ten je komplikován i samotnou dělohou, jež svým objemem a tlakem buď přímo či přes jiné struktury působí zvýšený tlak na venae iliacae communes, internes i externes, které mají tím pádem zúžený průsvit, a proudu je kladen zvýšený odpor. Často se také hovoří

o nižší aktivitě ženy v průběhu a obzvláště ke konci těhotenství a zhoršený žilní návrat je přičítán této skutečnosti. S velkou pravděpodobností budou hrát jistou roli veškeré zmiňované složky, jejichž proporcionalita se bude v různém období měnit. Vliv na bolestivost lýtek však bude dle mého názoru společným jmenovatelem.

Nález zvýšené aktivity abduktorové a extenzorové skupiny by mohl mít souvislost s klinickým nálezem bolestí v oblasti beder.

O bolesti v oblasti hrudní páteře se zajímal ve svých pracích Wu (2004, 2007). Spolu s Vleemingem (1997) dochází k poznáním, že se rotabilita hrudní páteře s postupujícím těhotenstvím nemění. Pohyby obratlů vůči sobě jsou v transverzální rovině sice stejně velké u těhotných i netěhotných žen, ale timing je rozdílný. U skupiny žen s bolestmi docházelo k maximu rotace dříve, než u kontrolní skupiny. Tento efekt přetrvával a mizel spolu s bolestmi páteře.

Co se týče frekvence chůze, lze říci, že se snižuje s rychlostí a s bolestmi a strachem z pohybu (Wu, 2007).

Já jsem se ve své práci zaměřila na rychlost chůze. Ta je jako jediná z měřených proměnných sledovatelná i pouhým okem. Měla jsem proto o ní jisté předsudky na základě rozšířené „obecné pravdy“, která říká, že těhotné chodí pomalu. To se při našich měřeních potvrdilo pouze z části s jistou mírou spekulace. V souladu s tímto předpokladem vypadaly výsledky měření u 1. osoby. Při měření v 6. a 7. měsíci chodila podobnou rychlostí, která se v posledních měřeních významně snížila. Je však třeba si uvědomit, že poslední měření u ní proběhlo 2 dny před porodem. Podobné výsledky by možná byly naměřeny i u 2. osoby, kde však bohužel údaje z posledních dvou měsíců těhotenství schází. Zda by i zde došlo ke zpomalení rychlosti chůze, nevíme. Zmíněné dvě osoby mají tedy shodně statisticky nevýznamnou změnu v rychlosti chůze do 7. měsíce těhotenství. U 3. osoby je situace ještě složitější. Při pohledu do výsledků zjistíme, že u ní došlo paradoxně ke zvýšení rychlosti chůze. Zde je však třeba mít na zřeteli, že první zaznamenané měření (12. týden těhotenství) spadá ještě do období, kdy trpěla nechutenstvím. Jak víme z anamnézy, byl její váhový úbytek v průběhu prvních dvou měsíců 8 kg. Když ve čtvrtém měsíci těhotenství nechutenství ustalo, byl ji na běžném screeningovém vyšetření plodu na genetickou zátěž sdělen (dnes víme, že falešně) pozitivní výsledek. Na opakování tohoto vyšetření musela čekat měsíc. Oba tyto faktory jsou jistě velkou psychickou zátěží a měly by se promítnout do rychlosti chůze.

Jak a do jaké míry lze pouze spekulovat. Po odeznění těchto vlivů se rychlost její chůze sice zvýšila, dosahovala však „pouze“ úroveň druhých dvou probandek ve stejném období těhotenství.

U 1. osoby se změny s postupujícím těhotenstvím projevovaly v tom smyslu, že s klesající rychlostí chůze docházelo ke zkracování kroku. K tomu docházelo úměrně i u doby trvání celého krokového cyklu. Doba charakteristická pro fázi dvojí opory se také zkrátila velmi významně. Tyto výsledky jsou dle mého názoru zcela logické a potvrzují náš předpoklad o změně časových parametrů chůze i jejich charakteru.

Co se týče relativní velikosti brzdící, respektive akcelerační fáze vztažené k délce trvání jednoho kroku, došlo zde k mírnému posunu ve prospěch brzdící fáze. I tento poznatek mi připadá zcela logický - s ohledem na zpomalování chůze.

Při porovnání obou dolních končetin mezi sebou navzájem je patrné, že pravá dolní končetina je u této osoby zatěžována více. Po porovnání s anamnestickými údaji, kdy dotyčná udává poranění LCA levé dolní končetiny, tento nálezn není příliš překvapivý. Je velmi dobře vidět, jak se končetiny vzájemně doplňují.

Při porovnávání maximálně dosažených sil v anterioposteriorním směru docházíme k poznání, že obě tyto veličiny, tedy v brzdivé i akcelerační fázi, významně a shodně klesají. Stejných změn doznávají i maximální síly ve vertikálním směru v brzdící i akcelerační fázi. Zde se projevuje fakt, že přes to, že absolutní hmotnost probandky stoupá, dochází relativně k jejímu snižování.

U impulzů sil v brzdící i akcelerační fázi dochází v anterioposteriorním směru k relativně podobným změnám, jako u změn sil v těchto směrech. I zde dochází k poklesům a pravá dolní končetina vykazuje parametry více zatěžované končetiny.

Celkový impulz vertikální síly vzrostl. To je však v souladu s faktem, že velikost impulzu při konstantní rychlosti a vzrůstající hmotnosti stoupá.

Na výsledcích měření je patrné, že se pohybový systém na změny zapříčiněné postupujícím těhotenstvím adaptuje.

U 2. osoby docházelo ke zvyšování rychlosti chůze. O možných příčinách jsem se zmiňovala již výše. Nepřímo úměrně s jejími změnami se měnily i doby trvání jednoho kroku a celého

krokového cyklu, potažmo doba dvojí opory. Jinými slovy došlo ke zvyšování frekvence chůze. Pokud se zaměříme na relativní doby trvání brzdící a akcelerační fáze, došlo velmi pozvolna k posunu ve prospěch brzdící fáze. Na rozdíl od 1. osoby zde není patrný trvalý rozdíl mezi končetinami, ale i zde je vidět, že se vzájemně doplňují.

Co se týče maximálních sil dosažených v anterioposteriorním směru, došlo k jejich vzestupu v brzdící i akcelerační fázi. To je v souladu se zvýšenou frekvencí chůze. Velikosti maximálních sil ve vertikálním směru zůstaly relativně neměnné co do velikosti. Došlo však ke zvýraznění rozdílů mezi pravou a levou dolní končetinou.

Impulzy všech tří sil postupně vzrůstaly. To bych však přičetla opět vzrůstající tělesné hmotnosti.

Výsledky u 3. osoby by neměly být zkresleny ani zraněním na pohybovém aparátu, ani nevolnostmi či psychickou zátěží. V jejím případě se jedná o skutečně zdravou ženu.

Rychlost její chůze byla po celé sledované období prakticky neměnná. Doba trvání jednoho kroku, celého krového cyklu i doba dvojí opory zůstávaly napříč měřeními taktéž na poměrně konstantní úrovni. Relativní doba brzdící fáze zaznamenala velmi mírný nárůst, kdežto relativní doba trvání akcelerační fáze se velmi mírně prodloužila.

U maximálních hodnot anterioposteriorních i vertikálních sil v brzdících i akceleračních fázích došlo k jejich výraznému poklesu. Pouze u těchto měřených proměnných byl výraznější rozdíl mezi oběma dolními končetinami navzájem. Více byla zatěžována pravá DK.

Anterioposteriorní impulzy sil měly v obou obdobích mírně vzrůstající charakter, velikost impulzu vertikální síly rostla výrazně.

Celkově můžeme konstatovat, že u jednotlivých probandek docházelo k různým změnám. Jejich společným jmenovatelem však zůstává pokles všech čtyř sledovaných silových proměnných. Jinými slovy lze shrnout, že s postupujícím těhotenstvím se krok stává „měkkším“, jako by relativní hmotnost těhotné klesala. A to i přes to, že její absolutní hmotnost vzrůstá. S nadsázkou lze tedy konstatovat, že tato „měkkost kroku“ je námi nalezeným typickým znakem těhotenské chůze. Že je to jeden z mnoha mechanismů, kterými se tělo adaptuje na těhotenství. Jeho význam tkví patrně v co nejlepší ochraně plodu před otřesy, v zajištění komfortního prostředí pro nově se vyvíjející život.

Jsem si vědoma toho, že pro takové konstatování a jeho úplné zobecnění by bylo zapotřebí udělat rozsáhlejší studii s více těhotnými ženami a pokud možno i s měřeními od počátku těhotenství do jeho konce. To je však velmi obtížné vzhledem k možnostem komplikací provázejících těhotenství, jejichž frekvence se s jeho postupem zvyšuje. Je zde i fakt poměrně dlouhodobé spolupráce a zodpovědný přístup k takovému měření i ze strany budoucí maminky. Současně by bylo dobré zaznamenávat detailně u každé z žen při každém měření, zda trpí momentálními bolestmi, pokud ano, tak jakými. Také by bylo jistě zajímavé, kdybychom měli možnost přesně vědět, zda při tom daném měření je plod obrácen hlavičkou nahoru či dolů, popřípadě zda žena pociťovala nějaké pohyby či věřila, že dítě zrovna spí. Z vlastní zkušenosti totiž musím říci, že aktivita dítěte a jeho případné „kopání“ na jednu stranu může vést ke změnám nejen v momentálním krokovém cyklu, ale i celé zamýšlené činnosti.

7 Závěr

V této práci nás zajímal vliv těhotenství na změnu krokového cyklu. Výzkumný soubor tvořily 3 zdravé těhotné ženy v prvním těhotenství ve věku 22 – 27 let. U všech byla odebrána anamnéza a následně probíhalo vlastní měření na tensometrických plošinách Kistler. Po vybrání patnácti zdařilých pokusů z každého měření jsme vyhodnocovali základní časové a silové parametry jednotlivých složek reakční síly podložky a zjišťovali jejich vztah s pokročilostí těhotenství.

Prokázali jsme, že dochází ke změnám v krokovém cyklu.

Zásadním nálezem je objev faktu, že s postupujícím těhotenstvím dochází k poklesu všech sledovaných silových proměnných. Dělo se tak u všech sledovaných těhotných žen bez ohledu na rychlostní parametry chůze, které se mezi sebou významně lišily. Tento nález je paradoxní vůči faktickému nárůstu tělesné hmotnosti. Podle vzorce by silové parametry měly naopak vzrůstat úměrně tělesné hmotnosti. Namísto toho došlo k setrvalému poklesu maximálních sil v brzdící i akcelerační fázi v anterioposteriorním i vertikálním směru. Tento fenomén byl označen jako „změkčení kroku“ a shledán typickým znakem pro chůzi těhotných.

Přispěli jsme tak k poznání vlivu gravidity na změnu krokového cyklu z dosud neprobádaného pohledu dynamické analýzy chůze.

8 Seznamy

8.1 Referenční seznam

Abitbol, M. M. (1976). Aortic Compression by the Pregnant Uterus. *New York State Journal of Medicine* 76, 1470-1475.

Abitbol, M. M. (1996). *Birth and Human Evolution: Anatomical and Obstetrical Mechanics in Primates*. Bergen & Garvey, Westport.

Ansari, N.N., Hasson, S., Naghdi, S., Keyhani, S., & Jalaie, S. (2010). Low Back Pain during Pregnancy in Iranian Women: Prevalence and Risk Factors. *Physiotherapy Theory and Practice*, 26(1), 40-48.

Birnberg, C., & Abitbol, M. M. (1959). The Use of Cervilaxin in Term Labor. *Obstetrics and gynecology* 75, 1016-1022.

Carpes, F. P., Griebeler, D., Kleinpaul, J. F., Mann, L., & Mota, C. B. (2008). Women Able-Bodied Gait Kinematics during and post Pregnancy Period. *Brazilian Journal of Biomechanics*, 9(16), 33-40.

Droegmueller, W., Herbst, A., Mischell, D. Jr., & Stenchever, M. (1987). *Comprehensive Gynekology*, CV Mosby, St Louis .

Dungl, P. et al. (2005). *Ortopedie*. Praha: Grada.

Foti, T., Davids, J. R., & Bagey, A. (2000). A Biomechanical Analysis of Gait During Pregnancy. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 82 – A(5), 625-632.

Gage, J., R. (1991). *Gait Analysis in Cerebral Palsy*. London: MacKeith Press.

Genell, S. (1949). Studies on Insufficiencia Pelvis (gravidarum et puerpartum). *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 28, 1-33.

Gilleard, D., Lai, T. H., Levinger, P., & Begg, R. K. (2008). Detecting Trunk Motion Changes due to Pregnancy Using Pattern Recognition Techniques. *30th Annual International IEEE EMBS Conference - Vancouver, British Columbia, Canada*, 2405-2408.

Gúth, A. (1998). *Vyšetrovacie a liečebné metodiky pre fyzioterapeutov* (2nd ed). Bratislava: Liečreh.

Hebák, P., & Hustopecký, J. (1987). *Vícerozměrné statistické metody s aplikacemi*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

Heliovara, M., Knekt, P., & Aromaa, A. (1987). Incidence and Risk of Herniated Lumbar Intervertebral Disc or sciatica leading to hospitalization. *Journal of Chronic Diseases* 40, 251-258.

Janura, M., & Zahálka, F. (2004). *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Katonis, P., Kampouroglou, A., Aggelopoulos, A., Kakavelakis, K., Lykoudis, S., Makrigiannakis, A., & Alpantaki, K. (2011). Pregnancy – Related Low Back Pain. *Hippokratia* 15(3), 205-210.

Kirtley, C. (2006). *Clinical Gait Analysis: Theory and Practice*. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone.

Kolář et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén.

Leutenegger, W. (1972). Newborn Size and Pelvic Dimensions of Australopithecus. *Nature* 240, 568-569.

MacLennan, A. H., Nicolson, R., Green, R. C., & Bath, M. (1986). Serum Relaxin and Pelvic Pain in Pregnancy. *Lancet* 2, 243-245.

Mostin, J. L. (1991). Current Concepts of Female Pelvic Anatomy and Physiology. *Urologic Clinics of North America* 18 (2), 175-195.

Opala-Berdzik, A., Bacik, B., & Kurkowska, M. (2009). Biomechanical Changes in Pregnant Women. *Fizjiterapia*, 17(3), 51-55.

Osman, N. A. A., & Ghazali, R. M. (2002). Biomechanical Evaluation on Gait Pattern of Pregnant Subjects. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 2(1), 99-116.

Östgaard, H. A., Zetherström, G., & Roos-Hansson, E. (1994). The Posterior Pelvic Pain Provocation Test in Pregnant Women. *European Spine Journal*, 3, 258-260.

Östgaard, H. A., Zetherström, G., & Roos-Hansson, E. (1996). Regression of Back and Posterior Pelvic Pain after Pregnancy. *European Spine Journal*, 5, 114-119.

Östgaard, H. C., Andersson, G. B. J., Schultz, A. B., & Miller, J. A. A. (1993). Influence of Some Biomechanics Factors on Low Back Pain in Pregnancy. *Spine* 18, 54-58.

Schultz, A. H. (1969). *The Live of Primates*. New York: Universe Books.

Smidt, G., L. (1990). *Gait in Rehabilitation*. New York: Churchil Livingstone.

Sutherland, D. H., Olsen, R. A., Biden, E. N., & Wyatt, M. P. (1988). *The Development of Mature Walking*. London: MacKeith Press.

Tošnerová, V., Soukup, T., Jílek, M., & Martiník, K. (2003). Analýza stoje a chůze: současnost, perspektivy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1, 9- 10.

- Trew, M., & Everett, T. (1997). *Human Movement*. New York: Churchill Livingstone.
- Vařeka, I. (2009). *Dynamická plantografie*. Retrieved 20.12.2011: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/>.
- Vaughan, C. L., Davis, B. L., & O'Conner, J. C. (1992). *Dynamic of Human Gait*. Champaign: Human Kinetics.
- Vaverka, F., & Elfmark, M. (2006). The Gait Analysis Based on the Measurement of Ground Reaction Forces. In Z. Borysiuk (Ed.), *5th International Conference Movement and Health – Proceedings* (pp. 535-545). Opole: Opole University of Technology.
- Vermani, E., Mittal, R., & Weeks, A. (2010). Pelvic Girdle Pain and Low Back Pain in Pregnancy: A Review. *Pain Practice, 10(1)*, 60-71.
- Vleeming, A., Mooney, V., Dorman, T., Snijders, C., & Stoeckart, R. (1997). *Movement, Stability and Low Back Pain – The Essential Role of the Pelvis*. China: Churchill Livingstone.
- Walker, A., & Leakey, R. E. F. (1993). The Postcranial Skeleton in Thenariokotome: Homo Erectus Skeleton. *Harvard University Press, 5(3)*, 227-233.
- Wang, S. M. (2004). Low Back Pain During Pregnancy: Prevalence, Risk Factors, and Outcomes. *Obstetrics & Gynecology, 104(1)*, 65-70.
- Warwick R., & Williams P. L. (1973). *Gray's Anatomy*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Weiss P. et al. (2010). *Sexuologie*. Grada Publishing a.s.
- Whittle, M. W. (1997). *Gait Analysis: an Introduction*. Oxford: Butterworth – Heinemann.
- Wu, W. H. (2004). Gait Coordination in Pregnancy: Transverse Pelvic and Thoracic Rotations and Their Relative Phase. *Clinical Biomechanics, 19(5)*, 480-488.
- Wu, W. H. , Onno, G. M., Bruijn, S. M., Hu, H., van Dieen, J. H., Lamothe, C. J. C., van Royen, B. J., & Beek, P. J. (2007). Gait in Pregnancy-related Pelvic Girdle Pain: Amplitudes, Timing and Coordination of Horizontal Trunk Rotations. *Eur Spine, 17(10)*, 1160-1169.

8.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 – jednotlivé fáze chůze pravé DK: 1 – počáteční kontakt, 2 – fáze zatížení, 3 – střed stojné fáze, 4 – terminální fáze stoje, 5 – předšvihová fáze, 6 – počáteční švihová fáze, 7 – střed švihové fáze, 8 – terminální fáze švihu (Kolář, 2009)	13
Obrázek 2 - Rozdělení krokového cyklu dle Whittleho (Whittle, 1997)	1
Obrázek 3 - Rozdělení krokového cyklu dle Vaughana (Vaughan, 1992)	1
Obrázek 4 - jednotlivé křivky reakční síly, A – označené klíčové body, B – grafické znázornění časových a silových proměnných (Vaverka, F., & Elfmark, M. (2006).....	20
Obrázek 5 - porovnáním trupu lidoopa (A) a člověka (B) vidíme základní rozdíly, které vznikly rotací těla kolem kyčelních kloubů z horizontálního do vertikálního postavení; 1 - zakřivení páteře, 2 - zkrácení kyčelních kostí, 3 - změna biacetabulárních a biaurikulárních os (Vleeming, 1997)	22
Obrázek 6 - typ bolestí a jejich frekvence v průběhu těhotenství (Östgaard, 1994).....	24
Obrázek 7 - zakreslení bolesti (A) v oblasti beder a (B) při dorzálním okraji pánve (Vleeming, 1997) ...	1
Obrázek 8 - provokační test na bolest při dorzálním okraji pánve (Östgaard, 1994).....	26
Obrázek 9 - gravidogram s údaji naměřenými u probandek.....	34
Obrázek 10 - jednotlivé křivky reakční síly, A – označené klíčové body, B – grafické znázornění časových a silových proměnných (Vaverka, F., & Elfmark, M. (2006).....	36
Obrázek 11 - správné a neplatné nakročení na měřicí plošiny (Kirtley, 2006).....	38
Obrázek 12 - pohled na plošiny do měřící laboratoře	39
Obrázek 13 - označení významných ukazatelů parametrů chůze vyhodnocovaných pomocí MATLAB	40
Obrázek 14 - grafické znázornění změn rychlosti chůze v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	43
Obrázek 15 - grafické znázornění změn rychlosti chůze v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	44
Obrázek 16 - grafické znázornění změn rychlosti chůze v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	45
Obrázek 17 - grafické znázornění změn proměnné t1 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	47
Obrázek 18 - grafické znázornění změn proměnné t1 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	48

Obrázek 19 - grafické znázornění změn proměnné t_1 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	49
Obrázek 20 - grafické znázornění změn proměnné $t_2\%$ v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	51
Obrázek 21 - grafické znázornění změn proměnné $t_2\%$ v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	52
Obrázek 22 - grafické znázornění změn proměnné $t_2\%$ v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	53
Obrázek 23 - grafické znázornění změn proměnné $t_3\%$ v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	55
Obrázek 24 - grafické znázornění změn proměnné $t_3\%$ v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	56
Obrázek 25 - grafické znázornění změn proměnné $t_3\%$ v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	57
Obrázek 26 - grafické znázornění změn proměnné t_{11} v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	59
Obrázek 27 - grafické znázornění změn proměnné t_{11} v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	60
Obrázek 28 - grafické znázornění změn proměnné t_{11} v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	61
Obrázek 29 - grafické znázornění změn proměnné t_{12} v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	63
Obrázek 30 - grafické znázornění změn proměnné t_{12} v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	64
Obrázek 31 - grafické znázornění změn proměnné t_{12} v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	65
Obrázek 32 - grafické znázornění změn proměnné F_3 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	67
Obrázek 33 - grafické znázornění změn proměnné F_3 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	68
Obrázek 34 - grafické znázornění změn proměnné F_3 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	69
Obrázek 35 - grafické znázornění změn proměnné F_4 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	71

Obrázek 36 - grafické znázornění změn proměnné F4 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	72
Obrázek 37 - grafické znázornění změn proměnné F4 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	73
Obrázek 38 - grafické znázornění změn proměnné F5 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	75
Obrázek 39 - grafické znázornění změn proměnné F5 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	76
Obrázek 40 - grafické znázornění změn proměnné F5 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	77
Obrázek 41 - grafické znázornění změn proměnné F6 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	79
Obrázek 42 - grafické znázornění změn proměnné F6 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	80
Obrázek 43 - grafické znázornění změn proměnné F6 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	81
Obrázek 44 - grafické znázornění změn proměnné I3 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	83
Obrázek 45 - grafické znázornění změn proměnné I3 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	84
Obrázek 46 - grafické znázornění změn proměnné I3 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	85
Obrázek 47 - grafické znázornění změn proměnné I4 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	87
Obrázek 48 - grafické znázornění změn proměnné I4 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	88
Obrázek 49 - grafické znázornění změn proměnné I4 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	89
Obrázek 50 - grafické znázornění změn proměnné I7 v různých týdnech těhotenství u 1. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	91
Obrázek 51 - grafické znázornění změn proměnné I7 v různých týdnech těhotenství u 2. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	92
Obrázek 52 - grafické znázornění změn proměnné I7 v různých týdnech těhotenství u 3. osoby s intervalem spolehlivosti 0,95	93

8.3 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Charakteristické znaky pro dělení bolesti na krajinu v oblasti beder a dorzálním regionu pánve	27
Tabulka 2- hmotnostní přírůstky u měřených subjektů	35
Tabulka 3 - sledované proměnné v dynamické analýze chůze	37
Tabulka 4 - námi sledované proměnné	38
Tabulka 5 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství v rychlosti chůze u 1. osoby	43
Tabulka 6 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství v rychlosti chůze u 2. osoby	44
Tabulka 7 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství v rychlosti chůze u 3. osoby	45
Tabulka 8 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t1 u 1. osoby.....	47
Tabulka 9 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t1 u 2. osoby.....	48
Tabulka 10 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t1 u 3. osoby.....	49
Tabulka 11 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t2% u 1. osoby.....	51
Tabulka 12 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 2. osoby.....	52
Tabulka 13 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t2% u 3. osoby.....	53
Tabulka 14 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 1. osoby.....	55
Tabulka 15 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 2. osoby.....	56
Tabulka 16 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t3% u 3. osoby.....	57
Tabulka 17 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t11 u 1. osoby.....	59
Tabulka 18 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t11 u 2. osoby.....	60
Tabulka 19 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t11 u 3. osoby.....	61
Tabulka 20 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t12 u 1. osoby.....	63
Tabulka 21 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t12 u 2. osoby.....	64
Tabulka 22 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné t12 u 3. osoby.....	65
Tabulka 23 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F3 u 1. osoby	67
Tabulka 24 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F3 u 2. osoby	68

Tabulka 25 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F3 u 3. osoby	69
Tabulka 26 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F4 u 1. osoby	71
Tabulka 27 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F4 u 2. osoby	72
Tabulka 28 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F4 u 3. osoby	73
Tabulka 29 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F5 u 1. osoby	75
Tabulka 30 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F5 u 2. osoby	76
Tabulka 31 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F5 u 3. osoby	77
Tabulka 32 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F6 u 1. osoby	79
Tabulka 33 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F6 u 2. osoby	80
Tabulka 34 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné F6 u 3. osoby	81
Tabulka 35 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I3 u 1. osoby	83
Tabulka 36 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I3 u 2. osoby	84
Tabulka 37 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I3 u 3. osoby	85
Tabulka 38 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I4 u 1. osoby	87
Tabulka 39 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I4 u 2. osoby	88
Tabulka 40 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I4 u 3. osoby	89
Tabulka 41 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I7 u 1. osoby	91
Tabulka 42 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I7 u 2. osoby	92
Tabulka 43 - analýza rozdílů mezi různými týdny těhotenství u proměnné I7 u 3. osoby	93

9 Přílohy

9.1 Příloha č.1 – vyjádření Etické komise



**Fakulta tělesné kultury
Univerzity Palackého
tř. Míru 115
OLOMOUC**

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph.D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 28. 8. 2012 byl projekt diplomové práce autorky
Bc. Veroniky Smutkové

s názvem **Vliv gravidity na změnu krokového cyklu**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 42/2012
dne: 3. 9. 2012.

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
PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

razítko fakulty

9.2 Příloha č.2 – Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Souhlasím se svým zařazením do měřeného souboru, který bude využit pro diplomantku Veroniku Smutkovou. Téma její diplomové práce zní „Vliv gravidity na změnu krokového cyklu“. Prohlašuji, že jsem gravidní bez jakýchkoli komplikací, a jsem si vědoma, že jakékoli nastalé komplikace při těhotenství by mě ze sledovaného souboru vyloučily. Těhotenství v měření nesmí být nijak ohroženo a bude zachována intimita měřených žen. Při měření bude vždy přítomna pouze měřená osoba, diplomantka a technický pracovník obsluhující měřící vybavení.

Souhlasím se svým zvážením a měřením antropometrických údajů. To bude probíhat ve spodním prádle a poté se ihned bude moci těhotná žena obléci.

Byla jsem poučena, v čem měření spočívá, že se jedná o dynamickou analýzu chůze za pomoci dvou plošin integrovaných do dřevěného chodníku dlouhého pět metrů. Z těchto plošin budou snímány reakční síly. Jsem si vědoma důležitosti průchodu přes měřicí plošiny naboso. Současně bude snímána rychlost mého průchodu tímto pětimetrovým úsekem za pomoci fotobuněk. Kdybych měla při chůzi pocit nejistoty, nemusím v měření pokračovat a mohu ze souboru kdykoli vystoupit.

Poté bude na stejných plošinách probíhat stoj po dobu 30s. bude se tak dít třikrát při otevřených a třikrát při zavřených očích. Během této části měření bude na blízku osoba dávající záchranu a jistící pro případ náhlé ztráty rovnováhy a jako prevence pádu.

Žádná z měřících metod není invazivní, nebude mít vliv na mé těhotenství a nijak jej neohrozí ani nepoškodí.

Veškerá naměřená data budou anonymizována a budou využita výhradně pro zmíněnou diplomovou práci.

Prohlašuji, že jsem byla seznámena s průběhem měření, jeho časovou organizací i případnými riziky.

.....

V Olomouci dne

.....

podpis

9.3 Příloha č.3 – Stručné relevantní anamnézy

1.osoba

Věk: 27 let

Těhotenství: první

Průběh těhotenství: bez komplikací

Předchozí úrazy: poranění LCA levé DK (před 9 lety)

poranění pravého ramenního kloubu (před 8 lety)

zlomená kostrč (před 2 lety)

2.osoba

Věk: 27 let

Těhotenství: první

Průběh těhotenství: nevolnosti v prvním trimestru, výrazný hmotnostní úbytek

informace o zvýšeném riziku genetické zátěže plodu u druhého běžného vyšetření

v pracovní neschopnosti pro rizikové těhotenství od 17. týdne těhotenství

Předchozí úrazy: bolesti v oblasti beder

3.osoba

Věk: 25 let

Těhotenství: první

Průběh těhotenství: nevolnosti v prvním trimestru bez hmotnostního úbytku

v pracovní neschopnosti od 12. týdne pro velkou fyzickou zátěž a pracovní prostředí

nevhodné pro těhotnou ženu

Předchozí úrazy: distorze hlezenních kloubů (opakovaně)