

**UNIVERZITA KARLOVA
FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ
KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKAŘSKÝCH VĚD**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

HODNOCENÍ SVALOVÉ SÍLY A VÝDRŽE TĚHOTNÝCH ŽEN

Nikola Hanzalíková

Vedoucí diplomové práce: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

HRADEC KRÁLOVÉ, 2022

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce, PharmDr. Miroslavu Kovaříkovi, Ph.D. za jeho čas, ochotu a všechny materiály, které mi v průběhu psaní poskytoval. Také děkuji kolegyni Martině Kočvarové za spolupráci při měření a celkovou podporu.

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“

V Hradci Králové 13. 5. 2022

Nikola Hanzalíková

Obsah

1. OBSAH

2.	ABSTRAKT	5
3.	ABSTRACT	6
4.	ÚVOD.....	7
5.	ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE.....	8
6.	TEORETICKÁ ČÁST	9
6.1	SVALSTVO	9
6.1.1	<i>Hladká svalovina</i>	9
6.1.2	<i>Srdeční svalovina</i>	10
6.1.3	<i>Příčně pruhovaná svalovina</i>	10
6.2	SVALOVÁ SÍLA	14
6.2.1	<i>Hodnocení svalové funkce a svalové síly</i>	14
6.3	TĚHOTENSTVÍ.....	19
6.3.1	<i>Známky těhotenství</i>	19
6.3.2	<i>Změny organismu těhotné ženy</i>	20
7.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	28
7.1	METODICKÁ ČÁST.....	28
7.1.1	<i>Digital pinch/grip analyser a digital myometer</i>	29
7.2	MĚŘENÉ PARAMETRY	31
7.2.1	<i>Maximální síla</i>	31
7.2.2	<i>Celkový čas</i>	31
7.2.3	<i>Cílový čas</i>	32
7.2.4	<i>Plocha pod křivkou</i>	32
7.3	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ	32
8.	VÝSLEDKY.....	33
8.1	POROVNÁNÍ SVALOVÉ SÍLY A VÝDRŽE NA PRAVÉ RUCI.....	33
8.2	POROVNÁNÍ SVALOVÉ SÍLY A VÝDRŽE NA LEVÉ RUCI	36
8.3	POROVNÁNÍ SVALOVÉ SÍLY A VÝDRŽE NA PRAVÉ NOZE	39
8.4	POROVNÁNÍ SVALOVÉ SÍLY A VÝDRŽE NA LEVÉ NOZE	42
8.5	POROVNÁNÍ ROZDÍLŮ MEZI LEVOU A PRAVOU KONČETINOU	45
8.6	KORELACE	46
9.	DISKUSE	48
10.	ZÁVĚR	50
11.	POUŽITÉ ZKRATKY.....	51
12.	SEZNAM TABULEK.....	52
13.	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
14.	POUŽITÁ LITERATURA.....	54

2. ABSTRAKT

Univerzita Karlova

Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra biologických a lékařských věd

Student: Nikola Hanzalíková

Vedoucí práce: Pharm.Dr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Název práce: Hodnocení svalové síly a výdrže těhotných žen

Cílem práce je vyhodnotit, zda se v různých fázích těhotenství mění parametry svalové síly a výdrže na horních i dolních končetinách. Dalším z cílů je zjistit, zda tyto parametry souvisí s parametry porodu.

Pro tuto diplomovou práci bylo vybráno 10 žen ve věku 24 – 36 let a všechny byly prvorodičky. Každá žena byla během těhotenství vyšetřena třikrát. První vyšetření ženy podstoupily v průběhu 20.-27. týdne těhotenství (G1), druhé mezi 28. a 35. týdnem (G2) a třetí vyšetření mezi 36. a 38. týdnem těhotenství (G3).

Svalová síla a výdrž byly měřeny dynamometricky pomocí digitálního pinch/grip analyseru a digitálního myometru. Byla měřena maximální svalová síla a následně svalová výdrž na obou horních i dolních končetinách.

Zjistili jsme statisticky významné zvýšení hodnot cílového času vyjádřeného v procentech, v obdobích G2 (o 9 %) a G3 (o 5 %) ve srovnání s obdobím G1 na pravé ruce a snížení maximální síly na levé ruce o 15 – 20 % mezi měřeními G1 a G3. Dále jsme zjistili statisticky významné rozdíly mezi svalovou výdrží levé a pravé ruky v období G1, a také pravé a levé nohy v období G3. Byly nalezeny statisticky významné asociace dynamometrických parametrů s parametry souvisejícími s porodem, jako je délka gravidity, délka porodu a hmotnost dítěte.

Klíčová slova: těhotenství, svalová síla, svalová výdrž

3. ABSTRACT

Charles University

Faculty of Pharmacy in Hradec Králové

Department of Biological and Medical Sciences

Student: Nikola Hanzalíková

Supervisor of master thesis: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Title of master thesis: Evaluation of muscle strength and endurance of pregnant women

The aim of this work is to evaluate whether the parameters of muscle strength and endurance on the upper and lower limbs change at different stages of pregnancy. Another goal is to find out whether these parameters are related to the parameters of childbirth.

10 women aged 24 – 36 were chosen for this master thesis and all were first-borns. Each woman was examined three times during pregnancy. They underwent the first examinations during the 20th-27th week of pregnancy (G1), the second between 28 and 35 weeks (G2) and the third examination between 36 and 38 weeks of pregnancy (G3).

Muscle strength and endurance were measured using a digital pinch / grip analyzer and a digital myometer. Maximum muscle strength was measured and subsequently muscle endurance at both upper and lower limbs.

We found a statistically significant increase in the target time values expressed as a percentage, in periods G2 (by 9 %) and G3 (by 5 %) compared to period G1 on the right hand and a decrease in maximum force on the left hand by 15 – 20 % between G1 measurements. and G3. We also found statistically significant differences between the muscular endurance of the left and right hands in the G1 period, as well as the right and left legs in the G3 period. Statistically significant associations of dynamometric parameters with birth-related parameters, such as length of pregnancy, length of birth and weight of the child, were found.

Key words: pregnancy, muscle strength, muscle endurance

4. ÚVOD

Těhotenství neboli gravidita je období, kdy v těle ženy dochází k vývoji nového jedince, Je definováno jako období od oplození vajíčka do porodu plodu. V těhotenství prochází organismus ženy řadou změn prakticky ve všech orgánových systémech. Tyto změny jsou řízeny hormonálně a jsou důležité pro správný vývoj plodu, jeho výživu a přípravu těla matky na porod a následně kojení [1].

Svalstvo je důležitou složkou těla, která zajišťuje v organismu řadu funkcí, jako je pohyb, komunikace, cirkulace krve nebo např. pohyb potravy v gastrointestinálním traktu (GIT). Svalová tkáň se dělí na hladkou, srdeční a příčně pruhovanou [2]. Příčně pruhovaná neboli kosterní svalovina zajišťuje jednak samotné držení základní polohy těla a jednak pohyby, které jsou způsobeny svalovou kontrakcí. Svalová síla je závislá na počtu svalových vláken a jejich délce [3]. Svalovou funkci a sílu je možné měřit několika způsoby, a to jednak funkčním testem a jednak dynamometricky. Svalový pohyb je v naprosté většině případů vykonáván větším počtem jednotlivých svalových skupin, proto se v praxi nehodnotí síla jednoho svalu [4].

Pro správné vyhodnocení výsledků měření svalové síly a výdrže je nutné zohlednit další parametry subjektů měření, jako je váha, výška a složení těla.

5. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE

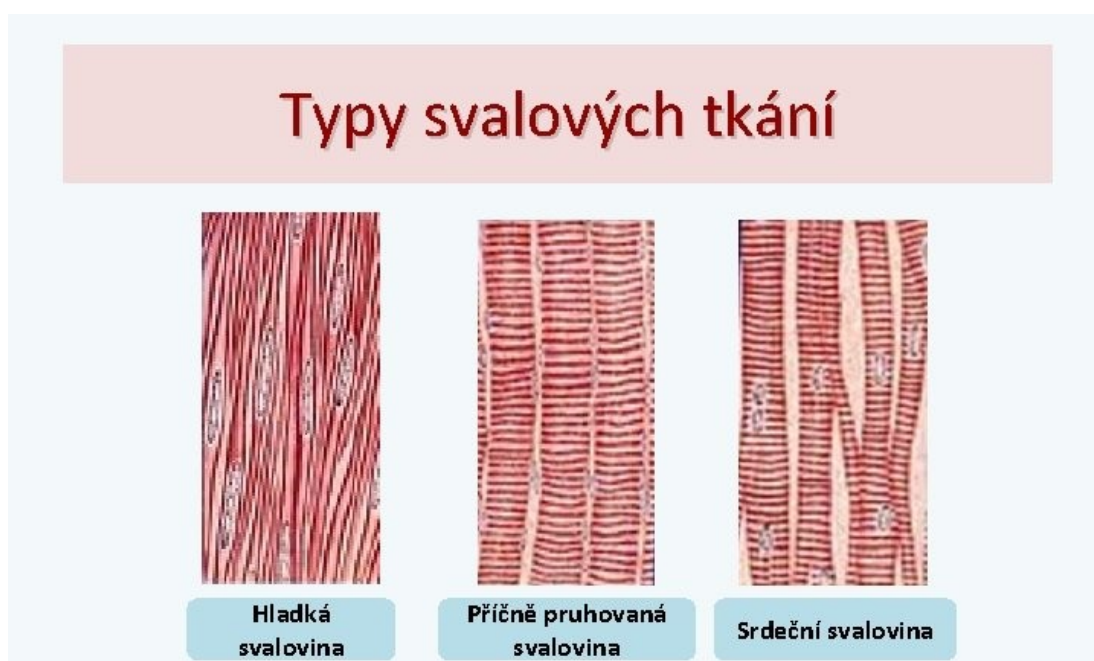
Cílem práce bylo vyhodnotit, zda se v různých fázích těhotenství mění parametry svalové síly a výdrže na horních i dolních končetinách. Dalším z cílů bylo zjistit, zda tyto parametry souvisí s parametry porodu.

6. TEORETICKÁ ČÁST

6.1 Svalstvo

Svalstvo je charakterizováno schopností kontrakce a relaxace. Svalová tkáň zajišťuje v organismu řadu funkcí. Např. umožňuje pohyb, komunikaci, cirkulaci krve a pohyb potravy v GIT. Svalovou tkáň dělíme podle funkce a struktury na hladkou, příčně pruhovanou (kosterní) a srdeční [2]. Jednotlivé typy svalové tkáně jsou znázorněny na obrázku č. 1.

Obrázek 1: Typy svalových tkání



Zdroj: <https://slidetodoc.com/svalov-soustava-vytvoila-bc-jana-sedlkov-vstupn-aktivita/>, převzato a upraveno

6.1.1 Hladká svalovina

Je součástí většiny dutých orgánů a stěn cév kromě kapilár. Buňky jsou široké 2 – 5 mikrometrů a dlouhé 50 – 500 mikrometrů, mají protáhlý vřetenovitý tvar. Uprostřed každé buňky je uloženo jedno podlouhlé jádro. Na povrchu každé buňky se nachází bazální membrána. Pokud se tyto buňky vyskytují ve velkém množství, leží těsně u sebe a podle typu orgánu vytvářejí pruhy, vrstvy nebo protiběžné systémy [5, 6].

Mechanismus kontrakce hladké svaloviny je obdobný jako u příčně pruhované svaloviny, ale probíhá podstatně pomaleji a má delší trvání. Rozdíl je v tom, že se vápník váže

na kalmodulin namísto troponinu a také fakt, že hladké svalstvo je i za klidu v určitém stavu kontrakce a napětí, které se označuje jako tonus a může se dále stahovat i uvolňovat. Hladká svalovina je inervována vegetativním nervstvem. Na řízení napětí hladké svaloviny se podílí několik mechanismů. Jedná se o regulaci myogenní, neurogenní a regulaci hormony a lokálními tkáňovými faktory. Mezi hormony, které ovlivňují tonus hladkého svalstva patří např. adrenalin nebo histamin a z lokálních tkáňových faktorů se jedná např. o oxid dusnatý. Hladké svalstvo prakticky nepodléhá únavě [2, 3, 5, 6].

6.1.2 Srdeční svalovina

Srdeční svalovina je druhem příčně pruhovaného svalstva a tvoří srdeční stěnu, myokard. Stavebními a funkčními jednotkami srdeční svaloviny jsou kardiomyocyty (cylindrické buňky), které jsou těsně spojeny šikmými plazmatickými můstky a vytvářejí tak prostorovou síť. V každé buňce je uprostřed uloženo oválné jádro. Jednotlivé buňky jsou rozděleny interkalárními disky. V cytoplazmě buněk se nacházejí myofibrily, které obsahují aktin a myosin. Mechanismus kontrakce je tedy obdobný jako u ostatních typů svaloviny. Na povrchu se nachází velmi tenká sarkolema. Část myokardu je tvořena svalovinou, která je schopná tvořit a vést vzruch. Nazývá se převodní systém srdeční [3, 5].

6.1.3 Příčně pruhovaná svalovina

Je základní tkání kosterních svalů, ale nachází se také ve stěně hltanu, části jícnu a v jazyku. V těle se nachází okolo 600 svalů, které jsou tvořené tímto typem svaloviny, jsou většinou párové a tvoří asi 36 % tělesné váhy u mužů a asi 32 % u žen. Množství svalové hmoty se mění v průběhu života, je také ovlivněno pohlavím, genetickou predispozicí, celkovým množstvím tuku a také fyzickou aktivitou a jejím typem [6, 7, 8].

Základní stavební jednotkou je svalové vlákno, které je mnohojaderné a vzniklo splynutím jednojaderných buněk, které se nazývají myoblasty. Má průměr 40 – 80 mikrometrů a může být dlouhé v řádu několika milimetrů až několika centimetrů. Svalová vlákna se spojují dohromady a vytváří tak sval, který je šlachou připevněn ke kosti. Na povrchu svalového vlákna se nachází obal, který se nazývá sarkolema. V sarkoplazmě se nachází mitochondrie, sarkoplazmatické retikulum a myofibrily. Myofibrily se skládají z myofilament. Ta jsou dvojího druhu, tenká aktinová a silná

myosinová. Jsou uspořádány tak, že vytvářejí příčné pruhování, které lze pozorovat pod mikroskopem [3, 6]. Stavba kosterního svalu je znázorněna na obrázku č. 2.

Obrázek 2: Stavba kosterního svalu



Zdroj: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/185>

6.1.3.1 Typy svalových vláken

V lidském těle se vyskytují červená a bílá svalová vlákna. Bílá vlákna se ještě rozdělují na mezityp A a B. Každý člověk má všechny typy vláken, ale jejich poměr je dán geneticky a může se také měnit v průběhu života [9].

Typ I – červené vlákno obsahuje vysoké množství myoglobinu a je bohaté na mitochondrie. Umožňují pomalou a frekvenčně málo častou kontrakci, která ale trvá dlouhou dobu. Jsou odolná vůči únavě.

Typ II – bílá, rychlá vlákna obsahují nízké množství myoglobinu a mají nižší počet mitochondrií. Rozdělují se ještě na mezityp IIA a IIB. Jsou určena pro rychlou a frekvenčně častou kontrakci, která ale trvá pouze krátkou dobu.

Většinou se ve svalstvu vyskytují všechny tři typy vláken současně. Podíl jednotlivých typů vláken se liší podle druhu svalu. Červená vlákna se vyskytují zpravidla v hlubších vrstvách, zatímco bílá vlákna ve vrstvách povrchových [3, 6].

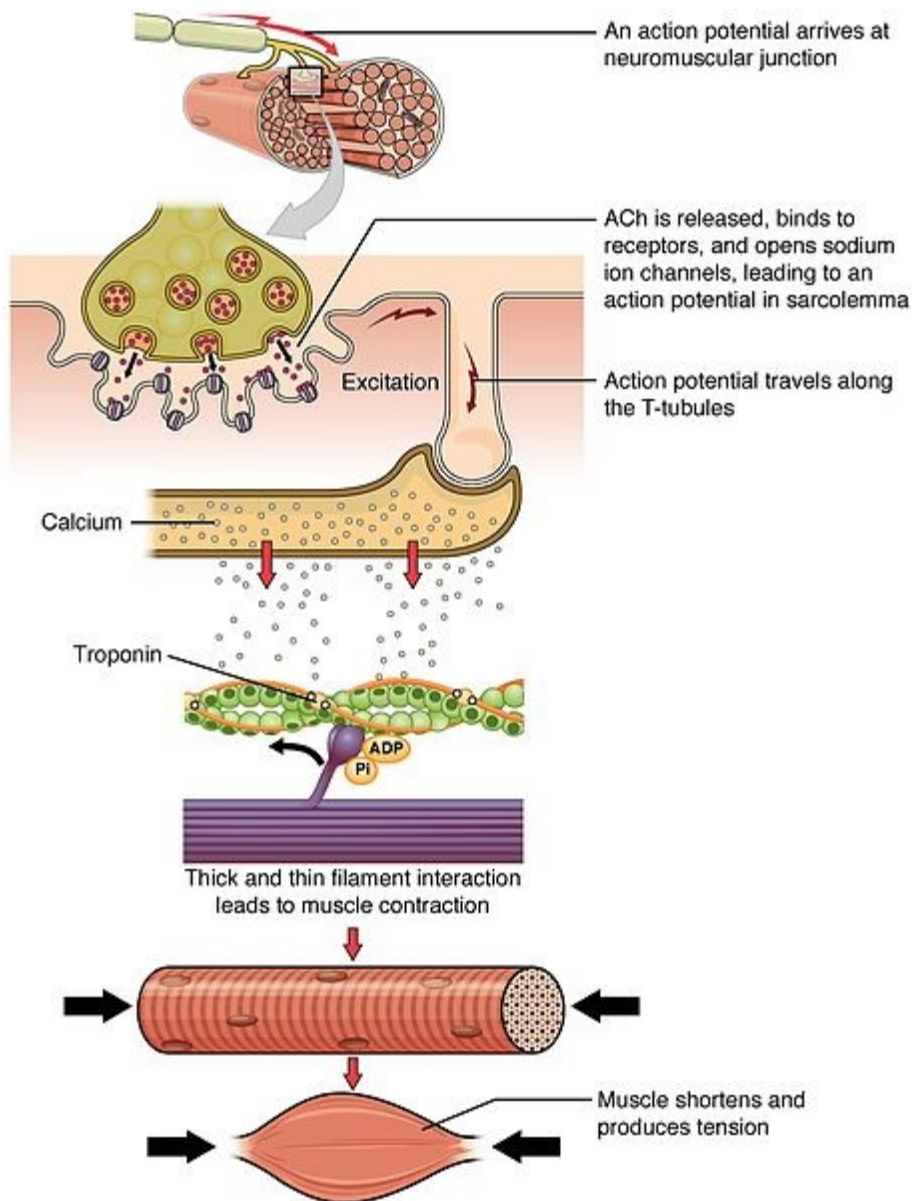
6.1.3.2 Funkce svalu

Svaly můžeme podle funkce rozdělit na posturální a fázické. Posturální svaly udržují základní polohu těla. Jsou tedy v neustálém napětí, a proto mají tendenci ke zkracování. Svaly fázické slouží k vykonávání jednotlivých pohybů [10].

Základní funkcí svalu je stah (kontrakce), který je vyvolán nervovým podnětem. Podle druhu svalových vláken se liší rychlost kontrakce i síla stahu. Kontrakce u rychlých vláken trvá do 25 milisekund, u vláken pomalých do 75 milisekund [3].

Přenos vzruchu z axonu na svalové vlákno je uskutečňován prostřednictvím nervosvalové ploténky a mediátorem je acetylcholin. Ze sarkoplazmatického retikula se uvolní vápenaté ionty do sarkoplazmy, vážou se na troponin C a tím dojde ke změně konformace a odkrytí aktivních míst na aktinu. K těmto aktivním místům aktinu mají vysokou afinitu myozinové hlavy, a tak dojde ke vzniku dočasných a silných vazeb mezi aktinem a myosinem, tzv. můstkům. Vznik této vazby spouští svalovou kontrakci. Po vzniku vazby aktin – myosin dojde ve volné části myosinu ke konformační změně a tím k vzájemnému klouzání vláken. Na hlavě myosinu je navázán adenosindifosfát (ADP), který se při konformační změně volné části myosinu uvolní a na jeho místo se naváže adenosintrifosfát (ATP). Vazba ATP způsobí zánik můstku a volná část myosinu se vrací do původní konformace. V této poloze myosin štěpí ATP na ADP a fosfát a tím se celý cyklus opakuje [11]. Schéma kontrakce příčně pruhovaného svalu je znázorněné na obrázku č. 3.

Obrázek 3: Kontrakce kosterní svaloviny



Vysvětlivky: Ach – acetylcholin, calcium – vápník, excitation – excitace, ADP – adenosindifosfát, Pi – fosfát. Akční potenciál je přenesen na nervosvalovou ploténku. Uvolní se acetylcholin, naváže se na receptory a způsobí otevření sodíkových kanálů a vyvolá akční potenciál v sarkolemě. Akční potenciál se přenáší T-tubuly. Dojde k vyplavení vápenatých iontů do sarkoplazmy, kde se navážou na troponin C. Interakce tlustých a tenkých filament vede ke svalové kontrakci. Sval se zkracuje a zvyšuje se napětí.

Zdroj: <https://cs.books-kingdom.com/8881569-what-is-the-difference-between-skeletal-and-smooth-muscle-contraction>

Kontrakce se projevuje dvěma druhy stahů, a to jako smrštění izotonické a smrštění izometrické. Při smrštění izotonickém (dynamickém) se mění délka svalu, ale nemění se svalové napětí. Konce svalu se k sobě buď přibližují, pak se jedná o kontrakci koncentrickou nebo se od sebe vzdalují a potom se jedná o kontrakci excentrickou. Při smrštění izometrickém (statickém) se naopak nemění délka svalu, ale je patrná změna napětí. Tyto druhy kontrakce se mohou střídát i v průběhu jednoho pohybu [3, 7].

6.2 Svalová síla

Svalová síla závisí na počtu svalových vláken, délce svalu a počtu aktivovaných motorických jednotek. Motorická jednotka je skupina svalových vláken, které jsou inervovány jedním motorickým neuronem a může mít u různých svalů různou velikost. Obecně platí, že ve svalu nikdy nedojde k aktivaci všech motorických jednotek najednou. Síla celého svalu je přímo úměrná fyziologickému průřezu svalu, to znamená ploše celkového průřezu všech svalových vláken [3, 12].

Svalová síla narůstá během prvních 20 let našeho života, poté se 5 – 10 let výrazně nemění a poté až do konce života klesá [13].

6.2.1 Hodnocení svalové funkce a svalové síly

Pohyby, které člověk vykonává nejsou v naprosté většině případů prováděny pouze jedním svalem, ale je nezbytná spolupráce jednotlivých svalů nebo svalových skupin, které od sebe mohou být i značně vzdálené. Svalovým testem proto není možné hodnotit pouze jeden sval [4].

6.2.1.1 Funkční svalový test

Jedná se o pomocnou vyšetřovací metodu, která slouží ke zjištění a zhodnocení svalové síly jednotlivých svalů nebo svalových skupin, které vykonávají jeden pohyb [4].

Při vyšetření je důležitá nejen svalová síla, ale také kvalita a způsob provedení pohybu. V České republice se nejčastěji využívá funkční svalový test dle Jandy, který hodnotí svalovou sílu svalstva trupu, končetin, mimických a žvýkacích svalů do šesti stupňů, které se označují 0 – 5. Jednotlivé stupně jsou znázorněny v tabulce č. 1. Tento test je poměrně spolehlivý, je nenáročný na přístrojové vybavení a metodika není obtížná. Je ale do určité míry zatížen subjektivní odchylkou, kterou je důležité co nejvíce

minimalizovat jednotným provedením testu. Nejsou tak přípustné jakékoliv individuální změny v provedení různými pracovníky, protože v takovém případě by nebylo dosaženo srovnatelných výsledků [4, 14].

Tabulka 1: Stupně pro hodnocení svalové síly dle Jandy

Stupeň 5	N – normal – normální	Odpovídá normálnímu svalu, tedy svalu s velmi dobrou funkcí. Sval je schopný překonat značný vnější odpor při plném rozsahu. Odpovídá 100 % normálu, což ale neznamená, že sval nemůže být slabší např. z hlediska unavitelnosti
Stupeň 4	G – good – dobrý	Odpovídá 75 % síly normálního svalu. To znamená, že sval je schopný překonat středně velký vnější odpor a provede pohyb lehce v celém rozsahu.
Stupeň 3	F – fair – slabý	Odpovídá asi 50 % síly normálního svalu. Při zjišťování tohoto stupně není kladený vnější odpor. Sval je schopný vykonat pohyb v celém rozsahu s překonáním gravitace, to znamená proti váze testované části těla.
Stupeň 2	P – poor – velmi slabý	Odpovídá 25 % síly normálního svalu. Sval je schopen vykonat pohyb v celém rozsahu, ale není schopen překonat gravitaci, proto musí být upravena poloha subjektu tak, aby se gravitace co nejvíce vyloučila.
Stupeň 1	T – trace – stopa, záškub	Odpovídá asi 10 % síly normálního svalu. Sval se při pohybu smrští, ale síla nestačí k pohybu.
Stupeň 0	Nula	Sval nejeví známky stahu při pokusu o pohyb.

Zdroj: Janda 2004, přepracováno z textu do tabulky

6.2.1.2 *Dynamometrie*

Funkční svalové testy jsou do určité míry subjektivní a neumožňují kvantifikovat svalovou sílu. Tyto důvody vedly k rozvoji dynamometrů, které se ukázaly jako validní a spolehlivé a je možné je použít u zdravých i jedinců s různými onemocněními. Mohou být ale do velké míry ovlivněné lidským faktorem. Jedná se především o motivaci subjektu, únavu, bolest a pozici končetiny. Jsou také závislé na zkušenostech testujícího, ale v menší míře, než je tomu u funkčních svalových testů. [15, 16].

Dynamometrie je metoda měření síly, kterou je člověk schopen působit na těleso po určitou dobu [17]. Podle typu kontrakce, který je při měření použitý rozeznáváme dva druhy dynamometrie, a to dynamometrii izometrickou a izokineticou.

6.2.1.2.1 *Izometrická dynamometrie*

Tato metoda je založena na izometrické svalové kontrakci. Tedy kontrakci, kdy roste svalové napětí, ale nemění se délka svalu. Pro měření izometrické síly jsou využívány jednoduché piezoelektrické tensometry, které jsou starší a využívají se pro měření síly malé svalové skupiny nebo dynamometry, které jsou složitější a využívají se pro měření větších svalových skupin [17, 18].

Při tomto typu dynamometrie můžeme sledovat maximální sílu končetin, kterou označujeme F_{\max} , jednotkou je 1 Newton a také maximální moment síly, který se vypočítá vynásobením F_{\max} délkou páky, jednotkou je Newtonmetr. Kromě maximální síly je také možné sledovat svalovou výdrž, kdy subjekt působí na dynamometr určitou silou po co nejdelší možný čas [17, 19].

Můžeme ji využít např. pro měření síly stisku ruky za použití ručního dynamometru, který je znázorněn na obrázku č. 4, nebo pro měření síly extenzorů kolene. To, že vezmeme v úvahu délku páky, nám umožňuje porovnávat maximální sílu u různých osob [17].

Při měření stisku ruky ručním dynamometrem nemají zkušenosti měřeného subjektu vliv na spolehlivost výsledků. Více spolehlivé se ukazují testy měření svalové výdrže a představují také nižší riziko úrazu než měření maximální síly stisku ruky [19].

Obrázek 4: Ruční dynamometr



Zdroj: https://www.compek.cz/e-shop/rucni-dynamometr-kern-map-130k1-verze-pro-silove-sportovce_704-101.html/

6.2.1.2.2 Izokinetická dynamometrie

Tato metoda je založena na izokinetické svalové kontrakci. Měří se maximální silový výkon při co nejvíce konstantní rychlosti, která je předem definovaná. Při této metodě se vytváří odpor, který je proměnlivý a měří se jeho hodnota [17].

Obrázek č. 5 ukazuje izokinetický dynamometr. Principem jeho funkce je, že subjekt tlačí na rameno páky a tím vytváří sílu. Rameno se pohybuje předem nastavenou rychlostí. Přístroj je schopný měnit odpor proti síle, kterou tlačí subjekt a zachovat tak konstantní rychlost. To znamená, že pokud subjekt vyvine větší sílu, zvýší se odpor tak, aby rychlost zůstala konstantní [17, 20].

Obrázek 5: Izokinetický dynamometr



Zdroj: <https://physiorehabps.com/service/cybex-or-csmi/>

Izokinetický dynamometr je možné použít jak u zdravých jedinců různého věku, tak i jedinců s různými onemocněními, např. některá neurologická onemocnění nebo onemocnění muskuloskeletárního systému [21].

Mezi výhody této metody patří možnost bezpečného a snadného použití i u netréovaných jedinců nebo jedinců v rekonvalescenci. Mezi nevýhody patří vysoká pořizovací cena, vysoké požadavky na znalosti a zkušenosti testujícího a také poměrně dlouhá doba trvání testu [20, 22].

6.3 Těhotenství

Těhotenství neboli gravidita je definováno jako období od oplození vajíčka do porodu plodu. K oplození dochází v období plodných dní. Za plodné dny se považují 3 dny před a 3 dny po ovulaci, která nastává zpravidla 14. den cyklu, ale může se u žen lišit v závislosti na délce cyklu. Délka těhotenství se v praxi počítá od prvního dne poslední menstruace i přes to, že ovulace a oplodnění vajíčka nastává až o přibližně 14 dní později. Délka těhotenství se udává podle ukončených týdnů a dnů, např. 12 týdnů a 3 dny jako 12 + 3. Průměrná délka těhotenství je 40 týdnů + 0 dnů, tedy 280 dnů nebo také 10 lunárních měsíců. Těhotenství rozdělujeme do 3 trimestrů. Jako 1. trimestr označujeme období do ukončeného 12. týdne, jako 2. potom do ukončeného 27. týdne a 3. do termínu porodu [1, 23].

6.3.1 Znamky těhotenství

Těhotenství vyvolává v organismu ženy mnoho změn. Nejisté známky těhotenství jsou nespecifické a samostatně se často vyskytují i mimo těhotenství. Jedná se např. o zvýšenou únavu, emoční labilitu, časté nucení na močení, změny chuti, ranní nevolnosti, sklon k zácpě nebo naopak průjmu. Pravděpodobné známky těhotenství jsou více specifické, vytváří společně typický obraz gravidity, ale mohou se samostatně vyskytnout i mimo těhotenství. Jedná se především o amenoreu, tedy vynechání menstruace, která se fyziologicky objevuje právě v období gravidity a laktace, patologicky např. z důvodu gynekologických zánětů, hormonálních poruch, může mít ale i psychogenní důvody mezi které patří např. stres nebo poruchy výživy. Mezi další pravděpodobné známky těhotenství patří zvětšování dělohy a později i hyperpigmentace. Ta se projevuje především ztmavnutím pokožky prsních dvorců, zevního genitálu a mohou se tvořit žlutohnědé skvrny v místech vystavovaných slunečnímu záření, jako jsou např. tváře nebo čelo. Dochází také k tvorbě strií, které jsou způsobené zvýšenými hladinami kortikosteroidů a také napínáním kůže nejen na břicho, ale také na stehnech a na prsou [1, 24].

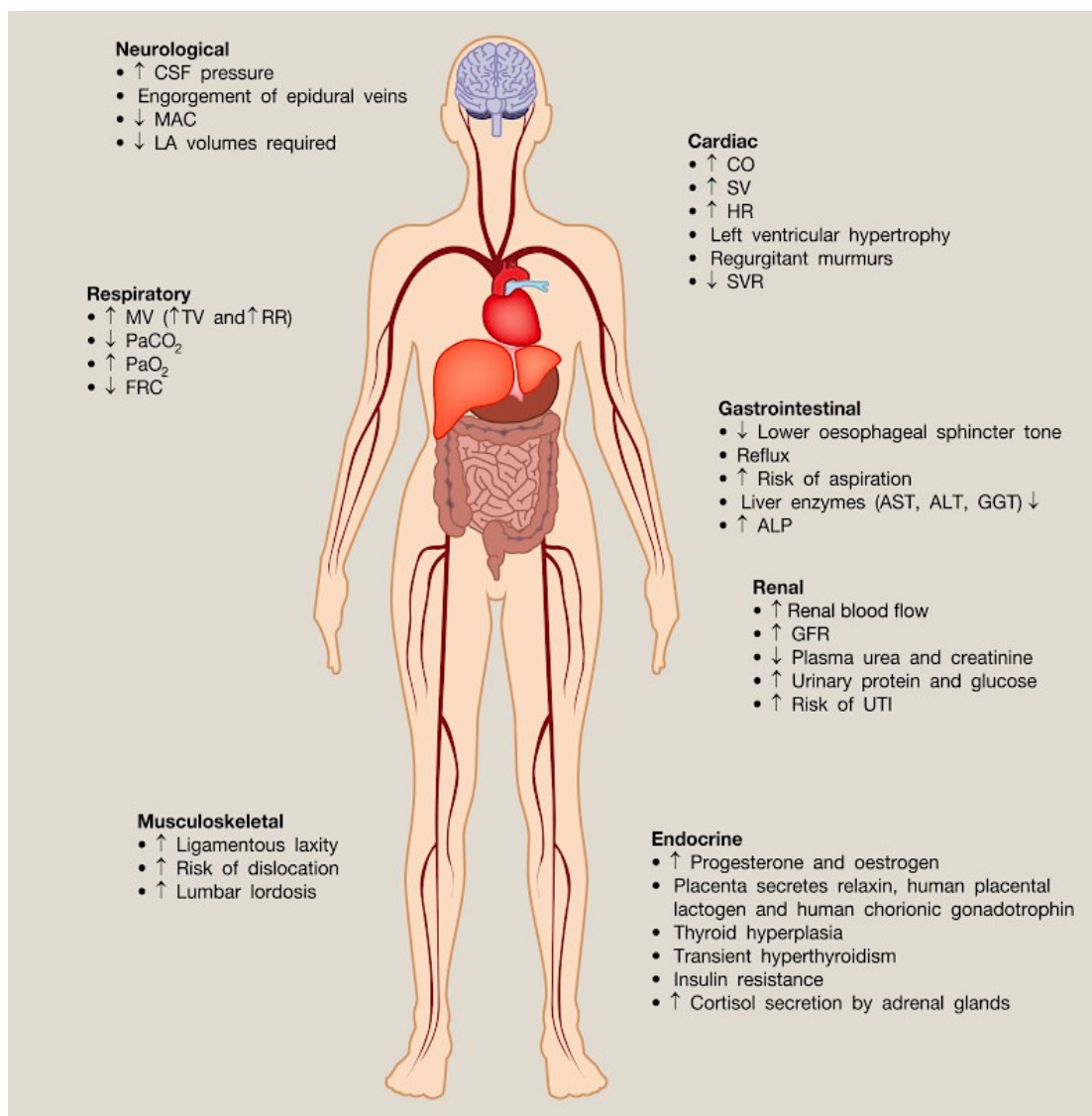
Mezi jisté známky těhotenství patří pohyby plodu, které prvoroďičky začínají pociťovat kolem 20. týdne těhotenství, víceroďičky asi o 2 týdny dříve [25]. Jistou známkou těhotenství je i přítomnost lidského choriového gonadotropinu (hCG). Jedná se o specifický těhotenský hormon produkovaný placentou od 3. – 4. týdne gravidity, který se laboratorně stanovuje z moči nebo séra. Jeho hladina se zvyšuje do 8. týdne

těhotenství, mezi 8. a 12. týdnem se příliš nemění, poté začíná klesat asi do 18. týdne a dále jeho hladiny zůstávají stabilní až do porodu. Potvrzení těhotenství se pak provádí pomocí ultrazvukového vyšetření [1, 24, 26].

6.3.2 Změny organismu těhotné ženy

Těhotenství vyvolává v organismu ženy řadu změn prakticky ve všech orgánových systémech. Změny jsou řízeny hormonálně estrogenem a progesteronem, které jsou produkovány placentou a zajišťují přípravu organismu pro vývoj plodu, jeho výživu, následný porod a kojení [23, 27]. Tyto změny organismu se obvykle vrací do stavu před těhotenstvím, a to po porodu nebo po ukončení laktace [28]. Přehled systémových změn je znázorněn na obrázku č. 6.

Obrázek 6: Fyziologické změny v těhotenství



Neurologické změny – zvýšený nitrolební tlak, zahlcení epidurálních žil, snížená minimální alveolární koncentrace, nižší potřebné množství lokálních anestetik. Srdeční – zvýšený minutový srdeční objem. zvýšený zdvihový objem, zvýšená tepová frekvence, hypertrofie levé srdeční komory, regurgitační šelest, snížená systémová vaskulární rezistence. Respirační změny – zvýšený minutový objem, snížený parciální tlak oxidu uhličitého (CO₂), zvýšený parciální tlak kyslíku (O₂), snížená funkční reziduální kapacita. Muskuloskeletální změny – zvýšená pružnost vazů, zvýšené riziko dislokace, zvýšená lordóza v bederní oblasti. Gastrointestinální změny – snížený tonus dolního jícnového svěrače, reflux, zvýšené riziko aspirace, snížené hladiny jaterních enzymů alaninaminotransferázy (ALT), aspartátaminotransferázy (AST) a γ glutamyltransferázy (GGT), zvýšené hladiny alkalické fosfatázy. Renální změny – zvýšený průtok krve ledvinami, zvýšená glomerulární filtrace, snížené hladiny urey a

kreatininu, zvýšená hladina bílkoviny a glukózy v moči, zvýšené riziko infekcí močových cest. Endokrinní změny – zvýšené hladiny estrogenu a progesteronu, placenta produkuje relaxin, lidský placentární laktogen a lidský choriový gonadotropin, hyperplazie štítné žlázy, přechodná hyperthyreóza, inzulinová rezistence, zvýšená sekrece kortisolu nadledvinami.

Vysvětlivky: ALP – alkaline phosphatase, ALT – alanine transaminase, AST – aspartate transaminase, CO – cardiac output, CSF – cerebrospinal fluid, FRC – functional residual capacity, GFR – glomerular filtration rate, GGT – γ -glutamyl transferase, HR – heart rate, LA – local anaesthetic, MAC – minimum alveolar concentration, MV – minute volume, SV – stroke volume, SVR – systemic vascular resistance, TV – tidal volume, UTI – urinary tract infection.

Zdroj: Talbot 2016, upraveno

6.3.2.1 Metabolické změny

V průběhu těhotenství je významné zvýšení bazálního metabolismu, které před porodem může dosahovat 20 – 30 %, z čehož asi 80 % je využíváno plodem. Zvyšuje se i celkový objem tělesné vody, a to až o 6 – 7 l jednak z důvodu zvýšení objemu krve a jednak na větší objem extracelulární tekutiny. Je také zvýšená permeabilita kapilár a snížený onkotický tlak. V důsledku vyšší produkce kortikoidů se zvyšuje rezistence k inzulinu, snižuje se utilizace glukózy a ta snadno proniká přes placentární bariéru k plodu [24].

6.3.2.2 Systémové změny

6.3.2.2.1 Kardiovaskulární systém

V průběhu těhotenství se srdce zvětšuje a mění svou polohu, protože zvětšením dělohy dochází k vytlačování bránice a orgánů v hrudní dutině nahoru. Hlavní změnou je zvýšení celkového objemu krve. Ten se postupně zvyšuje a ve 32. týdnu těhotenství bývá vyšší o 40 – 50 %. Hlavním důvodem je zvýšení objemu plazmy. Průměrně se objem plazmy zvýší asi o 50 %. Zvyšuje se také objem červených krvinek, a to o 30 %. Protože se objem plazmy zvyšuje mnohem více než objem erytrocytů, dochází k fyziologickému snížení hladiny hemoglobinu, hodnotě hematokritu a vzniku relativní, diluční anémie. Tepová frekvence se zvyšuje průměrně o 10 – 20 tepů za minutu v důsledku zvýšené potřeby matky i plodu [1, 29, 30].

Krevní tlak bývá u těhotných v první polovině těhotenství nepatrně nižší než u netěhotných a v druhé polovině se vrací k původním hodnotám. V těhotenství je doporučován aerobní trénink alespoň 60 – 150 minut týdně. U žen, které toto praktikují bylo zjištěno o 30 % nižší riziko rozvinutí gestační hypertenze, což je hypertenze vznikající po 20. týdnu těhotenství a preeklampsie, která je charakterizována hypertenzí a proteinurií vznikající po 20. týdnu těhotenství. Aerobní cvičení má také příznivý vliv na vývoj kardiovaskulárního systému dítěte [29, 31].

Těhotenství je hyperkoagulační stav. Zvyšuje se plazmatická koncentrace fibrinogenu, faktorů VII, VIII a X a inhibitoru aktivátoru plazminogenu. Je také zvýšená adhezivita destiček [32].

6.3.2.2.2 Gastrointestinální systém

U většiny těhotných žen se mezi 6. a 14. týdnem vyskytuje nauzea až zvracení. Vlivem progesteronu se snižuje tvorba žaludeční šťávy a motilita žaludku. Pálení žáhy se objevuje u 30-50 % těhotných žen. Je způsobeno zvýšením nitrobřišního tlaku zvětšováním plodu, snížením tonu sfinkteru kardie a zpomaleným vyprazdňováním žaludku, a dochází tak k regurgitaci žaludečního obsahu do jícnu. Progesteron způsobuje snížení peristaltiky střev, což může vést k zácpě spolu se zvýšenou reabsorpcí vody a sodíku. Ke vzniku zácpy může také přispívat suplementace železa. Snížená motilita střev může spolu se zvýšeným nitrobřišním tlakem, který vzniká z důvodu zvětšující se dělohy, a zvýšeným objemem krve vést ke vzniku hemoroidů. Hemoroidy se objevují asi u 85 % těhotných žen, nejčastěji ve třetím trimestru a také po porodu [1, 29, 33].

Těhotné ženy často pociťují větší chuť k jídlu a větší žízeň. Mění se také dietní preference a někdy se mohou vyskytnout neobvyklé chutě [1].

6.3.2.2.3 Respirační systém

V dýchacích cestách dochází v průběhu těhotenství k anatomickým změnám. Cévy v nose dilatují, což může vést k častějším rinitidám a krvácení z nosu. V horních cestách dýchacích se mohou tvořit otoky. Kvůli rostoucímu plodu dochází k posunu bránice směrem nahoru, a to průměrně o 3 – 4 cm. Zvyšuje se dechový objem, tedy objem vzduchu vdechnutý nebo vydechnutý jedním normálním nádechem. Je zvýšená také minutová ventilace, tedy objem plynu vdechovaného nebo vydechovaného za jednu minutu. Zvýšená minutová ventilace vede k respirační alkalóze, která je částečně kompenzována zvýšeným vylučováním bikarbonátu glomerulární filtrací. To je důvod,

proč bývá pH krve zvýšeno na horní hranici normálních hodnot. Dechová frekvence se zpravidla nemění [27, 29, 34].

6.3.2.2.4 *Močové cesty*

Glomerulární filtrace se zvyšuje již na začátku těhotenství až o 50 % a takto zůstává až do posledního měsíce těhotenství a poté klesá na původní hodnoty. K tomuto zvýšení dochází v důsledku zvýšeného průtoku krve ledvinami a způsobuje vyšší ztráty některých molekul a elektrolytů, jako je např. bikarbonát. Zvýšené ztráty bikarbonátu ledvinami kompenzují alkalózu, která vzniká zvýšenou minutovou ventilací. Naopak z důvodu vyšší reabsorpce se zvyšují hladiny glukózy v krvi [27].

Hladké svalstvo močových cest relaxuje pod vlivem progesteronu a může vést ke stáze moči. Zvětšující se plod vytváří obstrukci močových cest, což společně se stázou moči může způsobovat časté infekce močových cest [1, 27].

V těhotenství se často objevuje inkontinence, nejčastěji se jedná o stresovou inkontinenci, která se objevuje v důsledku náhlého zvýšení nitrobršního tlaku, jako např. při kašli, kýčání, smíchu, běhu nebo prudkém pohybu. Prevalence stresové inkontinence se pohybuje od 18,6 % do 75 % a nejhorší je zpravidla ve třetím trimestru. Na vzniku inkontinence v těhotenství se podílí několik faktorů. Prvním z nich je věk. Studie prokázaly, že u žen, které jsou těhotné ve věku 30 let a starší je vyšší riziko vzniku inkontinence než u mladších žen. Na vzniku inkontinence v těhotenství se také podílí zvětšování dělohy a plodu, které následně tlačí na močový měchýř a svaly pánevního dna. Dalšími faktory jsou hormonální změny, jako je zvýšení hladiny progesteronu, a také genetické predispozice a obezita. Potíže většinou po porodu ustupují a vracejí se do stavu před otěhotněním [35, 36, 37].

6.3.2.2.5 *Endokrinní systém*

Mnoho fyziologických změn v těhotenství souvisí se zvýšenou hladinou hormonů v cirkulující krvi. Jedná se především o estrogen, progesteron, relaxin a lidský placentární laktogen (HPL) [27].

Štítná žláza se zvětšuje. Vzniká přechodná hyperthyreóza, která je způsobená hCG. Ten se svou strukturou podobá tyreotropinu (TSH) a stimuluje tak TSH receptory [27].

Těhotenství je považováno za diabetogenní stav. Na tvorbě a účinku inzulinu se podílí řada hormonů, jako např. estrogen, progesteron, kortisol. První trimestr je charakteristický zvýšenou citlivostí tkání na inzulin, převažují anabolické procesy,

a dochází tak k nárůstu tukové tkáně ženy. Od konce prvního trimestru se však zvyšuje inzulinová rezistence tkání, snižuje se objem tukové tkáně a zvyšuje se množství volných mastných kyselin, které jsou zdrojem energie pro matku a tím se zvyšuje nabídka glukózy pro plod. Za fyziologických okolností jsou B buňky pankreatu schopné zvýšit produkci inzulinu a tím vyrovnat stav inzulinové rezistence. Pokud ale tato adaptační schopnost B buněk není dostatečná, může dojít k rozvoji gestačního diabetu [38].

Během celého těhotenství se zvyšuje produkce kortikosteroidů v dřeni nadledvin, která může vést ke vzniku strií, hypertenzi a přispívá ke vzniku inzulinové rezistence [1, 27].

6.3.2.2.6 *Muskuloskeletální systém*

Relaxin je pohlavní hormon, který je u žen tvořen v corpus luteum ve vaječnicích a v těhotenství také v placentě. U mužů se tvoří v prostatě a je přítomen v ejakulátu, ale nevolňuje se do krevního oběhu [39]. U žen se zvyšuje množství relaxinu po ovulaci a způsobuje relaxaci stěny dělohy a její přípravu na přijetí oplodněného vajíčka. Pokud nedojde k oplození, hladina relaxinu klesá. Pokud k oplození dojde, hladiny relaxinu dále stoupají a umožňují implantaci vejce a růst placenty. V prvním trimestru také zabraňují stahům dělohy, aby nedošlo k předčasnému porodu [40]. Relaxin také zvyšuje flexibilitu kloubů a pánve, čímž umožňuje porod plodu na konci těhotenství. Hladiny relaxinu se vracejí na hodnoty před těhotenstvím zpravidla 3. den po porodu [41].

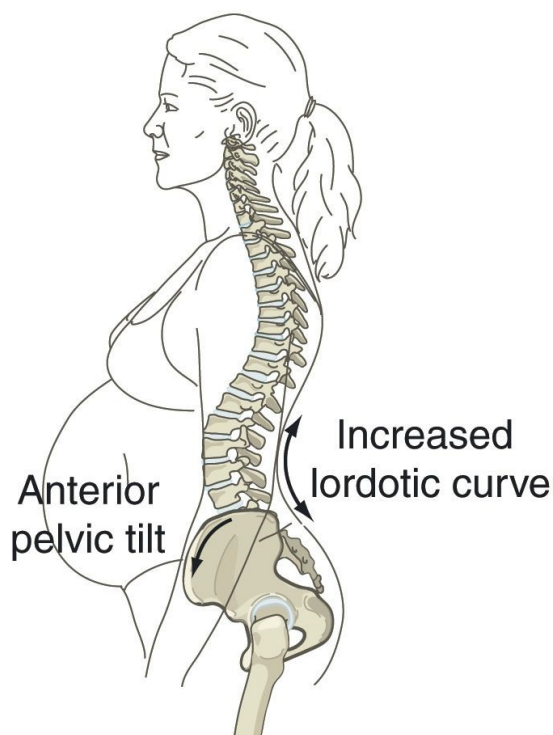
Bone mineral density (BMD) neboli kostní denzita se nemění v průběhu těhotenství ani po porodu u žen, které nekojí. Naopak u kojících žen dochází k výraznému poklesu BMD [41].

Ženy průměrně v těhotenství přiberou 11 kg. Tento přírůstek je způsoben hlavně zvětšením dělohy, plodu a prsou, dále zvětšením objemu krve a také retencí tekutin. Doporučený přírůstek na váze v průběhu těhotenství závisí na pregravidní hodnotě Body mass index (BMI). Institute of Medicine and National Research Council vypracoval doporučené přírůstky na váze na základě hodnoty BMI, které měly ženy před otěhotněním. U žen s podváhou, tedy hodnotou BMI nižší než 18,5 je doporučený celkový přírůstek na váze mezi 12,5 a 18 kg. Pro ženy s normální váhou, tedy hodnotou BMI 18,5 – 24,9 je to 11,5 – 16 kg. Pro ženy s nadváhou, tedy s hodnotou BMI mezi 25,0 – 29,9 je stanoven optimální přírůstek na váze na 7,0 – 11,5 kg a ženy s obezitou, které mají hodnotu BMI 30,0 a vyšší by měli optimálně přibrat 5,0 – 9,0 kg. Nižší, než doporučený přírůstek na váze může být spojený s nižší porodní váhou dítěte, se zvýšeným rizikem vzniku onemocnění a zpomaleným vývojem. Naopak vyšší, než doporučený

přírůstek na váze může být spojený s vyšší porodní váhou dítěte, což může způsobit komplikace při porodu, jako např. nutnost provést císařský řez. Dále může vést k obezitě jedince v průběhu dětství a v neposlední řadě ke vzniku obezity u matky [41, 42, 43].

Mezi nejčastější potíže, které těhotné ženy pociťují patří bolest zad, především bederní páteře, dále bolesti pánve a křeče v dolních končetinách. Bolestí zad trpí v těhotenství až 70 % žen a bývá častější u žen, které trpěly bolestmi zad již před těhotenstvím. Zdá se, že bolesti zad nemají souvislost s tím, kolik žena v průběhu těhotenství přibrala kilogramů, s výškou ženy ani porodní váhou dítěte. Bolest bederní páteře je nejspíš způsobena kombinací několika faktorů, a to zvýšením hmotnosti a změnou jejího rozložení, dále hormonálními změnami – především působení relaxinu [41]. Změna držení těla v těhotenství je znázorněna na obrázku č. 7.

Obrázek 7: Držení těla těhotné ženy



Vysvětlivky: Sklon pánve dopředu, zvýšené zakřivení páteře.

Zdroj: <https://www.heppechiro.com/heppe-chiropractic/2016/12/28/low-back-or-leg-pain-during-pregnancy>

Řešením je držení správného postoje, posílení břišních svalů a z farmakoterapie užití Paracetamolu. Křeče dolních končetin patří mezi časté potíže, které především v druhé polovině těhotenství pociťuje 15 – 30 % žen. Nejčastěji se jedná o křeče v lýtku, které se objevují ve spánku. Příčina vzniku křečí není zcela známá, ale mohly by být způsobené nedostatkem hořčíku a vápníku [41].

7. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7.1 Metodická část

Měření probíhalo v prostorách Katedry biologických a lékařských věd Farmaceutické fakulty pod vedením PharmDr. Miroslava Kovaříka, Ph.D. Studie se zúčastnilo 10 žen, které před vstupem do studie podepsaly informovaný souhlas a studie byla odsouhlasena etickou komisí Fakultní nemocnice Hradec Králové. Všechny ženy byly prvorodičky. Průměrný věk sledovaných osob byl 28 let. Nejmladší ženě bylo 24 let, nejstarší 36 let. Průměrná výška žen byla 167 cm. Nejmenší žena měřila 155 cm, nejvyšší 177 cm.

Na vyšetření se osoby dostavily po celonočním lačnění v ranních a dopoledních hodinách. Celé vyšetření trvalo asi hodinu a skládalo se z měření kalorimetrie, měření krevního tlaku, bioelektrické impedance, tělesných obvodů, kaliperace, dynamometrie, spirometrie. Ženy přinášely moč, kterou sbíraly 24 hodin před vyšetřením, a jejíž vzorek byl odeslán na biochemickou analýzu. Součástí vyšetření bylo i vyhodnocení dotazníku. Jednalo se o týdenní záznamy, kam si ženy psaly jídelníček a fyzické aktivity.

Ženy byly v průběhu těhotenství vyšetřené celkem třikrát. První vyšetření podstoupily v průběhu 20. – 27. týdne těhotenství, druhé mezi 28. a 35. týdnem a třetí vyšetření mezi 36. a 38. týdnem těhotenství.

Použité přístroje:

1. Body composition monitor Inner Scan, BC-532 – Tanita pro stanovení hmotnosti
2. BCM – Body Composition Monitor – Fresenius pro stanovení množství netučné tkáně
3. Pinch/grip analyser – MIE Medical Research Ltd., Leeds, UK pro měření svalové síly a výdrže

7.1.1 Digital pinch/grip analyser a digital myometer

Přístroj pinch/grip analyser slouží k měření síly stisku a výdrže při stisku. Naměřené hodnoty je možné zobrazit v Newtonech, kilogramech a librách. Ale software vyhodnocuje hodnoty, které jsou naměřené v Newtonech. Rukojeť slouží k měření síly a výdrže stisku ruky a je univerzální, měla by tedy sedět všem velikostem ruky. Nezáleží, jak přesně je rukojeť uchopena, výsledky by měly být vždy stejné [16].

Digitální myometr slouží k měření svalové síly a výdrže a je možné s ním měřit izometrickou kontrakci různých svalových skupin. Skládá se ze dvou popruhů, které vedou k převodníku. Popruhy jsou z jedné strany připevněny k nehybnému objektu, např. k židli na které pacient sedí a na druhé straně obepínají měřenou část těla subjektu. Převodník pak měří sílu. Umístění popruhů myometru na končetině má vliv na sílu svalu. Při měření musíme vždy zohlednit vzdálenost popruhů od kloubu, protože při různých vzdálenostech se mění pákový moment [44].

Oba systémy se pomocí USB portu připojí k počítači. Klinicko-analytický software CAS poté zobrazí naměřené výsledky [45].

7.1.1.1 Postup měření

Měření stisku ruky probíhalo ve stoje a bylo prováděno nejprve na dominantní ruce a potom na druhé (Obr. č.8). Osoba byla nedřívě vyzvána, aby stiskla na několik sekund (3 – 5 sekund) přístroj co největší silou pouze jednou rukou bez pomoci druhé ruky nebo např. zapření se. Takto byla testována maximální síla stisku ruky. Pro testování svalové výdrže bylo nastaveno okno $50 \% \pm 5 \%$ maximální síly vyšetřované osoby a v tomto rozmezí měla vydržet co nejdéle čas. Rozmezí bylo na monitoru počítače znázorněno zelenou barvou. Pokud se síla stisku pohybovala nad nebo pod stanoveným rozmezím, na monitoru byla označena červeně. Test byl ukončen, když subjekt již nebyl schopný vydržet v určeném rozmezí.

Obrázek 8: Měření svalové síly a výdrže na horní končetině



Zdroj: <https://portal.faf.cuni.cz/Groups/Clinical-physiology-of-nutrition-and-metabolism/Equipment-and-Methods/>

Měření svalové síly na noze probíhalo v sedě. Popruh byl z jedné strany upevněn k nepohyblivému předmětu a z druhé strany umístěn nad kotník. Popruh byl utažen tak, aby koleno svíralo úhel 90 stupňů. Pozice měřeného subjektu a umístění přístroje je znázorněno na obr. č. 9. Následně byla změřena vzdálenost od středu popruhu ke středu kolenního kloubu. Jako u měření stisku ruky bylo měření prováděno postupně na obou nohách, nejprve byla měřena maximální síla a následně výdrž.

Obrázek 9: Měření svalové síly a výdrže na dolní končetině



Zdroj: Manuál k přístroji – Digital myometer

7.2 Měřené parametry

7.2.1 Maximální síla

Přístroj umožňuje uvádět výsledky stanovení maximální síly v Newtonech, kilogramech nebo librách. Pro účely studie používáme údaje v Newtonech.

Maximální síla byla přepočítána na celkovou hmotnost, hmotnost netučné tkáně a povrch těla. Povrch těla byl počítán podle následujícího vzorce: $BSA = 0,007184 * \text{výška}^{0,725} * \text{váha}^{0,425}$, kde výška je v centimetrech a hmotnost v kilogramech [46].

7.2.2 Celkový čas

Celkový čas je čas od prvního stisknutí ruky do konce testu vytrvalosti vyjádřený v sekundách.

7.2.3 Cílový čas

Cílový čas udává dobu, po kterou se síla stisku ruky pohybovala ve stanoveném rozmezí hodnot. Udáván je čas v sekundách a dále poměr cílového a celkového času vyjádřený v procentech.

7.2.4 Plocha pod křivkou

Plocha pod křivkou (AUC) závislosti síly stisku na čase. Plocha pod křivkou byla přepočítána na celkovou hmotnost, hmotnost netučné tkáně a povrch těla.

7.3 Statistické zpracování

Grafy a tabulky byly vytvořeny v Microsoft Excel 2013. Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu GraphPad Prism (verze 9.3.1). Normalita byla u všech sledovaných parametrů testována pomocí D'Agostinova & Pearsonova testu. Jednotlivé parametry budou v rámci deskriptivní statistiky uváděny jako průměr a směrodatná odchylka (SD) nebo v případě nenormálního rozdělení jako medián a rozmezí minimální a maximální hodnoty. Rozdíly mezi různými fázemi těhotenství byly u jednotlivých parametrů hodnoceny pomocí testu ANOVA s opakováním (repeated measure ANOVA) a Tukeyho testu (Tukey's multiple comparisons test). Rozdíly mezi pravou a levou končetinou pak pomocí párového t testu. Asociace mezi dynamometrickými parametry a parametry porodu byly hodnoceny pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Hladina statistické významnosti byla akceptována při $P \leq 0,05$.

8. VÝSLEDKY

8.1 Porovnání svalové síly a výdrže na pravé ruce

V naměřených hodnotách maximální síly, které jsou uvedeny v tabulce č. 2, můžeme pozorovat stoupající tendenci mezi měřeními G1 a G2, a naopak klesající tendenci při vyšetření G3 oproti G2. Nejedná se ale o statisticky významný rozdíl hodnot.

Tabulka 2: Hodnoty maximální síly pravé ruky v průběhu těhotenství

Vyšetření	Maximální síla PR			
	[N]	[N/kg]	[N/kg FFM]	[N/m ²]
G1	240 ± 58	3,3 ± 0,8	6,9 ± 1,5	132 ± 29
G2	258 ± 51	3,4 ± 0,9	7,2 ± 1,9	140 ± 31
G3	233 ± 55	2,9 ± 0,8	6,2 ± 1,5	122 ± 30

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, PR – pravá ruka, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± SD.

Při hodnocení testu výdrže na pravé ruce jsme zjistili významné zvýšení hodnot cílového času, vyjádřeného v procentech, v obdobích G2 (o 9 %) a G3 (o 5 %) ve srovnání s obdobím G1. Ostatní parametry se významně neměnily. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Výsledky testu výdrže pravé ruky v průběhu těhotenství

Vyšetření	Celkový čas PR [s]	Cílový čas PR [s]	Cílový čas PR [%]
G1	82 ± 34	74 ± 31	90 ± 5
G2	78 ± 23	75 ± 23	96 ± 2*
G3	77 ± 29	73 ± 29	95 ± 3*

*Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, PR – pravá ruka. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka. *1 ANOVA s opakováním (repeated measure ANOVA) a Tukeyho test (Tukey's multiple comparisons test ($P \leq 0.05$) vs. G1.*

Tabulka č. 4 obsahuje hodnoty plochy pod křivkou závislosti síly stisku na čase. Můžeme pozorovat stoupající tendenci mezi měřeními G1 a G2, a naopak klesající tendenci mezi měřeními G2 a G3. Nejedná se ale o statisticky významné rozdíly hodnot.

Tabulka 4: Plocha pod křivkou závislosti síly stisku pravé ruky na čase

Vyšetření	Plocha PR			
		[1/kg]	[1/kg FFM]	[1/m ²]
G1	9037 ± 4367	120 ± 37	252 ± 87	4883 ± 1831
G2	9898 ± 4381	129 ± 59	273 ± 128	5303 ± 2322
G3	8384 ± 3490	102 ± 40	220 ± 81	4365 ± 1670

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, PR – pravá ruka, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

8.2 Porovnání svalové síly a výdrže na levé ruce

V tabulce č. 5 jsou uvedené hodnoty měření maximální síly na levé ruce. Při hodnocení výsledků jsme našli statisticky významný pokles hodnot maximální síly o cca 15 – 20 % při vyjádření na kg hmotnosti, FFM i povrch těla mezi měřeními G1 a G3. Mezi obdobími G1 a G2 byl patrný pouze trend poklesu.

Tabulka 5: Hodnoty maximální síly levé ruky v průběhu těhotenství

Vyšetření	Maximální síla LR			
	[N]	[N/kg]	[N/kg FFM]	[N/m ²]
G1	256 ± 44	3,6 ± 0,5	7,4 ± 1,0	142 ± 19
G2	239 ± 59	3,1 ± 0,8	6,6 ± 1,5	128 ± 30
G3	231 ± 46	2,8 ± 0,6*1	6,1 ± 1,0*1	121 ± 23*1

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, LR – levá ruka, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka. *1 ANOVA s opakováním (repeated measure ANOVA) a Tukeyho test (Tukey's multiple comparisons test ($P \leq 0.05$)) vs. G1.

Z tabulky č. 6 je patrná tendence poklesu hodnot celkového času mezi měřeními G2 a G3. Tendenci poklesu hodnot můžeme pozorovat také u hodnot cílového času vyjádřeného v sekundách mezi měřeními G2 a G3. Ani v jednom případě se ale nejedná o statisticky významné rozdíly.

Tabulka 6: Výsledky testu výdrže levé ruky v průběhu těhotenství

Vyšetření	Celkový čas LR [s]	Cílový čas LR [s]	Cílový čas [%]
G1	81 ± 26	76 ± 26	94 ± 3
G2	80 ± 29	77 ± 29	96 ± 2
G3	69 ± 22	66 ± 21	96 ± 2

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, LR – levá ruka, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

Tabulka č. 7 ukazuje hodnoty plochy pod křivkou závislosti síly stisku ruky na čase. U všech uvedených hodnot můžeme pozorovat klesající tendenci jak mezi měřeními G1 a G2, tak i mezi G2 a G3. Rozdíly však nebyly vyhodnoceny jako statisticky významné.

Tabulka 7: Plocha pod křivkou závislosti síly stisku levé ruky na čase

Vyšetření	Plocha LR			
		[1/kg]	[1/kg FFM]	[1/m ²]
G1	10213 ± 4401	140 ± 56	289 ± 115	5604 ± 2233
G2	9129 ± 4087	117 ± 50	249 ± 106	4857 ± 2011
G3	7789 ± 3252	94 ± 29	201 ± 59	4020 ± 1361

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, LR – levá ruka, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

8.3 Porovnání svalové síly a výdrže na pravé noze

U hodnot maximální síly měřených na pravé noze jsme nezaznamenali žádný statisticky významný rozdíl. Můžeme ale pozorovat vzestupnou tendenci mezi měřeními G1 a G2, a naopak klesající mezi měřeními G2 a G3.

Tabulka 8: Hodnoty maximální síly pravé nohy v průběhu těhotenství

Vyšetření	Maximální síla PN			
	[N]	[N/kg]	[N/kg FFM]	[N/m ²]
G1	94 ± 43	1,4 ± 0,7	2,8 ± 1,4	53 ± 26
G2	107 ± 73	1,5 ± 1,1	3,1 ± 2,3	59 ± 42
G3	100 ± 47	1,2 ± 0,6	2,6 ± 1,1	52 ± 24

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, PN – pravá noha, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

Z tabulky č. 9, která ukazuje výsledky testu výdrže pravé nohy je patrná tendence poklesu hodnot mezi měřeními v období G2 a G3. Rozdíly mezi měřeními ale nebyly vyhodnoceny jako statisticky významné.

Tabulka 9: Výsledky testu výdrže pravé nohy v průběhu těhotenství

Vyšetření	Celkový čas PN [s]	Cílový čas PN [s]	Cílový čas PN [%]
G1	165 ± 162	154 ± 141	96 ± 4
G2	168 ± 144	151 ± 138	90 ± 13
G3	130 ± 144	121 ± 142	92 ± 11

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, PN – pravá noha. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

Hodnoty plochy pod křivkou závislosti síly pravé nohy na čase ukazuje tabulka č. 10. Výsledky ukazují tendenci poklesu hodnot mezi oběma měřeními, mezi G1 a G2 i mezi G2 a G3, ale nebyly vyhodnoceny jako statisticky významné.

Tabulka 10: Plocha pod křivkou závislosti síly pravé nohy na čase

Vyšetření	Plocha PN			
		[1/kg]	[1/kg FFM]	[1/m ²]
G1	7252 ± 7119	103 ± 114	209 ± 212	4050 ± 4180
G2	7288 ± 6206	95 ± 86	205 ± 186	3921 ± 3419
G3	7006 ± 8442	76 ± 70	165 ± 156	3433 ± 3588

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, PN – pravá noha, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

8.4 Porovnání svalové síly a výdrže na levé noze

Hodnoty měření maximální síly v průběhu těhotenství na levé noze jsou uvedeny v tabulce č. 11. Z výsledků je patrná tendence vzestupu mezi měřeními G1 a G2, a naopak tendence poklesu mezi měřeními G2 a G3. Nejedná se o statisticky významné rozdíly.

Tabulka 11: Hodnoty maximální síly levé nohy v průběhu těhotenství

Vyšetření	Maximální síla LN			
	[N]	[N/kg]	[N/kg FFM]	[N/m ²]
G1	89 ± 33	1,3 ± 0,6	2,6 ± 1,1	50 ± 21
G2	116 ± 79	1,6 ± 1,2	3,4 ± 2,5	64 ± 46
G3	98 ± 59	1,2 ± 0,7	2,6 ± 1,5	52 ± 31

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, LN – levá noha, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

Výsledky testu výdrže na levé noze jsou uvedeny v tabulce č. 12. V případě celkového času a cílového času vyjádřeného v procentech můžeme pozorovat tendenci poklesu hodnot mezi měřeními G1 a G2 i mezi G2 a G3. V případě cílového času vyjádřeného v sekundách můžeme pozorovat nejprve vzestupnou tendenci mezi G1 a G2 a klesající tendenci mezi G2 a G3. Rozdíly nebyly vyhodnoceny jako statisticky významné.

Tabulka 12: Výsledky testu výdrže levé nohy v průběhu těhotenství

Vyšetření	Celkový čas LN [s]	Cílový čas LN [s]	Cílový čas LN [%]
G1	131 ± 73	125 ± 66	97 ± 3
G2	144 ± 109	133 ± 106	93 ± 10
G3	149 ± 211	132 ± 205	87 ± 16

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, LN – levá noha. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

Tabulka číslo 13 obsahuje hodnoty plochy pod křivkou závislosti síly levé nohy na čase. Můžeme pozorovat stoupající tendenci mezi měřeními G1 a G2. Naopak mezi měřeními G2 a G3 můžeme vidět tendenci klesající. Rozdíly však nebyly vyhodnoceny jako statisticky významné.

Tabulka 13: Plocha pod křivkou závislosti síly levé nohy na čase

Vyšetření	Plocha LN			
		[1/kg]	[1/kg FFM]	[1/m ²]
G1	6127 ± 4604	88 ± 75	179 ± 141	3443 ± 2740
G2	7449 ± 7162	98 ± 99	211 ± 213	4013 ± 3935
G3	6201 ± 8136	67 ± 66	145 ± 149	3015 ± 3416

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, LN – levá noha, FFM – tukuprostá hmota. Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

8.5 Porovnání rozdílů mezi levou a pravou končetinou

Většina měřených parametrů se v porovnání mezi levou a pravou končetinou významně nelišila. Statisticky významný rozdíl hodnot jsme našli v období G1 u měření na levé a pravé ruce mezi cílovými časy vyjádřenými v procentech. Na levé ruce jsme naměřili vyšší hodnoty než na pravé. Další statisticky významné rozdíly jsme našli v období G3, a to při měření na levé a pravé noze. Jedná se o plochu pod křivkou a plochu pod křivkou vyjádřenou jako 1/kg FFM. Hodnoty měřené na pravé noze byly vyšší než na levé.

8.6 Korelace

Pro hodnocení závislosti dynamometrických parametrů v jednotlivých obdobích těhotenství s parametry související s porodem (délka gravidity vyjádřená ve dnech, délka trvání porodu v minutách, výška dítěte v centimetrech a jeho hmotnost v gramech) jsme použili Pearsonův korelační test.

V tabulce č. 17 jsou uvedeny korelace délky gravidity ve dnech s plochou pod křivkou závislosti síly pravé nohy na čase v období G1. Z tabulky je patrné že délka gravidity koreluje s plochou pod křivkou, plochou pod křivkou vztaženou na kg, kg tukuprosté hmoty a m^2 . Všechny uvedené korelace jsou pozitivní.

Tabulka 14: Korelace plochy pod křivkou s délkou gravidity v období G1

Korelace G1		Hodnota R	Hodnota P
Délka gravidity [dny]	Plocha PR	0,660	0,038
	Plocha PR [1/kg]	0,648	0,043
	Plocha PR [1/kg FFM]	0,651	0,041
	Plocha PR [1/m ²]	0,655	0,040

Vysvětlivky: G1 – vyšetření v období 20. až 27. týdne, PR – pravá ruka, FFM – tukuprostá hmota, R – Pearsonův korelační koeficient, P – hladina statistické významnosti.

V tabulce č. 18 jsou uvedeny korelace v období G2. Korelační test prokázal významnou pozitivní asociaci délky trvání porodu v minutách a maximální síly levé ruky v Newtonech. Pozitivní asociace byla zjištěna i mezi hmotností dítěte v gramech a cílovým časem testu výdrže na levé ruce.

Tabulka 15: Korelace maximální síly a výdrže s délkou trvání porodu a hmotností dítěte v období G2

Korelace G2		Hodnota R	Hodnota P
Délka trvání porodu [min]	Maximální síla LR [N]	0,769	0,043
Hmotnost dítěte [g]	Cílový čas LR [%]	0,794	0,011

Vysvětlivky: G2 – vyšetření v období 28. až 35. týdne, LR – levá ruka, R – Pearsonův korelační koeficient, P – hladina statistické významnosti.

Výsledky korelace v období G3 jsou uvedeny v tabulce č. 19. Negativní asociace byla zjištěna mezi délkou trvání porodu vyjádřenou v minutách a cílovým časem testu výdrže pravé ruky v období G3.

Tabulka 16: Korelace délky trvání porodu se svalovou výdrží v období G3

Korelace G3		Hodnota R	Hodnota P
Délka trvání porodu [min]	Cílový čas PR [%]	- 0,826	0,022

Vysvětlivky: G3 – vyšetření v období 36. až 38. týdne, PR – pravá ruka, R – Pearsonův korelační koeficient, P – hladina statistické významnosti.

9. DISKUSE

Měření se zúčastnilo 10 žen ve věku 24 – 36 let. Každá žena podstoupila v průběhu těhotenství 3 měření. Porovnávali jsme změny měřených parametrů v průběhu těhotenství. Nejsou dostupné podobné studie, které by se zabývaly změnou svalové síly a výdrže v průběhu těhotenství, jelikož většina studií porovnává ženy, které nejsou těhotné s těhotnými.

Podářilo se nám zjistit statisticky významné zvýšení cílového času svalové výdrže na pravé ruce vyjádřeného v procentech, v obdobích G2 (o 9 %) a G3 (o 5 %) ve srovnání s obdobím G1, a naopak snížení maximální síly stisku levé ruky o cca 15 – 20 % při vyjádření na kg hmotnosti, FFM i povrch těla mezi měřeními G1 a G3. Ženy, které se zúčastnily naší studie, byly zdravé a nerozvinula se u nich žádná onemocnění související s těhotenstvím, proto všechny změny svalové síly a výdrže můžeme přisuzovat fyziologickým změnám souvisejícím s těhotenstvím a také fyzické aktivitě, kterou ženy vykonávaly. Může se jednat i o běžné činnosti v domácnosti, ne jen o cvičení.

Množství svalové hmoty může být v těhotenství ovlivněno i dalšími okolnostmi. Může se jednat o nevolnosti, které velmi často provází ženy především v prvním trimestru těhotenství, a s tím související malnutrici a ztrátu svalové hmoty. Těhotné ženy mohou také pociťovat dušnost při fyzické zátěži, dalším problémem omezujícím ženu ve fyzické aktivitě je inkontinence a bolest zad [37]. Je proto důležité brát v úvahu i tyto faktory, které mohou ovlivňovat množství svalové hmoty a tím svalovou sílu a výdrž.

Při porovnávání výsledků mezi levou a pravou končetinou jsme zjistili, že většina parametrů se významně nelišila. Statisticky významné rozdíly jsme našli mezi cílovými časy vyjádřenými v procentech u měření na levé a pravé ruce v prvním trimestru, dále v období G3, a to u hodnot plochy pod křivkou a plochy pod křivkou vyjádřenou jako 1/kg FFM mezi levou a pravou nohou. Důvodem, proč se většina měřených parametrů mezi levou a pravou končetinou neliší, může být fakt, že při vykonávání běžných denních aktivit jsou používány obě končetiny ve stejné míře, jako např. při vaření, ale také při fyzické aktivitě, jako je např. chůze nebo běh.

Podobná studie, které se věnovali Laura Baena-García a kolektiv, se zaměřovala na vztah mezi fyzickou kondicí v průběhu těhotenství a parametry související s porodem. Měření prováděli v 16. a 34. týdnu těhotenství. Studie prokázala, že větší síla svalů horní poloviny těla, která byla měřena pomocí ručního dynamometru v 16. týdnu těhotenství,

souvisela s vyšší porodní hmotností dítěte. Mechanismus závislosti zatím nebyl objasněn, ale mohl by souviset se změnami funkce placenty [31]. K těmto závěrům došla i další studie, která prokázala pozitivní asociaci mezi silou stisku ruky a porodní hmotností. Také prokázala, že zvýšení svalové síly v druhém trimestru má na porodní váhu dítěte vyšší vliv než zvýšení v prvním a třetím trimestru [47]. Nám se podařilo nalézt pozitivní asociaci mezi porodní hmotností dítěte a cílovým časem výdrže na levé ruce měřené v druhém trimestru. Možným vysvětlením, proč se nám nepodařilo prokázat asociaci s dalšími parametry svalové síly a výdrže může být fakt, že měřené subjekty vykonávaly různé fyzické aktivity v rozdílné míře.

Korelační analýza dále prokázala významnou pozitivní korelaci mezi délkou gravidity vyjádřenou ve dnech a parametry svalové výdrže pravé ruky v období G1, konkrétně u plochy, plochy vyjádřené jako 1/kg, plochy vyjádřené jako 1/kg FFM a plochy vyjádřené jako 1/m². V období G2 byla nalezena pozitivní korelace mezi délkou trvání porodu v minutách a maximální silou levé ruky vyjádřenou v Newtonech. V období G3 byla naopak prokázána negativní korelace mezi délkou porodu v minutách a cílovým časem pravé ruky vyjádřeným v procentech.

Fakt, že naší studie se zúčastnilo pouze 10 žen, což je mnohem méně než v jiných studiích, může mít vliv na rozdílné výsledky proti ostatním studiím, které se tímto tématem zabývaly.

Studie zaměřené na svalovou kondici těhotných žen jsou velmi důležité, protože fyzická aktivita a množství svalové hmoty ovlivňují jak matku, tak i plod, jeho vývoj, průběh porodu a mohou ovlivnit vývoj dítěte a riziko pro vznik některých onemocnění.

10. ZÁVĚR

Studie se zúčastnilo 10 žen ve věku 24 – 36 let a všechny byly prvoroďičky. Každá žena podstoupila tři vyšetření v průběhu gravidity. První vyšetření proběhlo 20. – 27. týden, druhé 28. – 35. týden a třetí vyšetření 36. – 38. týden těhotenství.

Podářilo se nám zjistit statisticky významné zvýšení cílového času svalové výdrže na pravé ruce vyjádřeného v procentech, v obdobích G2 (o 9 %) a G3 (o 5 %) ve srovnání s obdobím G1. Statisticky významné je také snížení maximální síly na levé ruce o cca 15 – 20 % při vyjádření na kg hmotnosti, FFM i povrch těla mezi měřeními G1 a G3.

Dále jsme porovnávali změny hodnot mezi levou a pravou končetinou. Většina měřených parametrů se výrazně nelišila. Statisticky významný rozdíl hodnot jsme našli v období G1 u měření na levé a pravé ruce mezi cílovými časy vyjádřenými v procentech. Na levé ruce jsme naměřili vyšší hodnoty než na pravé. Další statisticky významné rozdíly jsme našli v období G3, a to při měření na levé a pravé noze. Jedná se o plochu pod křivkou a plochu pod křivkou vyjádřenou jako 1/kg FFM. Hodnoty měřené na pravé noze byly vyšší než na levé.

Využili jsme korelační analýzu pro nalezení vzájemných asociací mezi dynamometrickými parametry a parametry souvisejícími s porodem, a to s délkou gravidity, délkou porodu a hmotností dítěte. Nalezli jsme významné pozitivní asociace mezi délkou gravidity ve dnech a parametry svalové výdrže pravé ruky v období G1 a to konkrétně plochou, plochou vyjádřenou jako 1/kg, plochou vyjádřenou jako 1/kg FFM a plochou vyjádřenou jako 1/m². V období G2 jsme našli významné pozitivní korelace mezi délkou trvání porodu a maximální silou levé ruky vyjádřenou v Newtonech a také mezi hmotností dítěte a cílovým časem levé ruky vyjádřeným v procentech. V období G3 byla nalezena negativní korelace mezi délkou trvání porodu a cílovým časem pravé ruky vyjádřeným v procentech.

11. POUŽITÉ ZKRATKY

Zkratka	Význam zkratky	Český význam
GIT	-	<i>Gastrointestinální trakt</i>
ADP	<i>Adenosine diphosphate</i>	<i>Adenosindifosfát</i>
ATP	<i>Adenosine triphosphate</i>	<i>Adenosintrifosfát</i>
hCG	<i>Human chorionic gonadotropin</i>	<i>Lidský choriový gonadotropin</i>
HPL	<i>Human placental lactogen</i>	<i>Lidský placentární laktogen</i>
TSH	<i>Thyroid stimulating hormone</i>	<i>Thyreotropin</i>
BMD	<i>Bone mineral density</i>	<i>Kostní denzita</i>
BMI	<i>Body mass index</i>	<i>Index tělesné hmotnosti</i>
AUC	<i>Area Under the Curve</i>	<i>Plocha pod křivkou</i>
PR	-	<i>Pravá ruka</i>
FFM	<i>Fat-free mass</i>	<i>Netučná hmota</i>
LR	-	<i>Levá ruka</i>
SD	<i>Standard deviation</i>	<i>Směrodatná odchylka</i>
PN	-	<i>Pravá noha</i>
LN	-	<i>Levá noha</i>

12. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Stupně pro hodnocení svalové síly dle Jandy.....	15
Tabulka 2: Hodnoty maximální síly pravé ruky v průběhu těhotenství	33
Tabulka 3: Výsledky testu výdrže pravé ruky v průběhu těhotenství	34
Tabulka 4: Plocha pod křivkou závislosti síly stisku pravé ruky na čase	35
Tabulka 5: Hodnoty maximální síly levé ruky v průběhu těhotenství	36
Tabulka 6: Výsledky testu výdrže levé ruky v průběhu těhotenství	37
Tabulka 7: Plocha pod křivkou závislosti síly stisku levé ruky na čase.....	38
Tabulka 8: Hodnoty maximální síly pravé nohy v průběhu těhotenství	39
Tabulka 9: Výsledky testu výdrže pravé nohy v průběhu těhotenství	40
Tabulka 10: Plocha pod křivkou závislosti síly pravé nohy na čase.....	41
Tabulka 11: Hodnoty maximální síly levé nohy v průběhu těhotenství.....	42
Tabulka 12: Výsledky testu výdrže levé nohy v průběhu těhotenství.....	43
Tabulka 13: Plocha pod křivkou závislosti síly levé nohy na čase	44
Tabulka 17: Korelace plochy pod křivkou s délkou gravidity v období G1	46
Tabulka 18: Korelace maximální síly a výdrže s délkou trvání porodu a hmotností dítěte v období G2	47
Tabulka 19: Korelace délky trvání porodu se svalovou výdrží v období G3	47

13. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Typy svalových tkání	9
Obrázek 2: Stavba kosterního svalu	11
Obrázek 3: Kontrakce kosterní svaloviny	13
Obrázek 4: Ruční dynamometr	17
Obrázek 5: Izokinetický dynamometr	18
Obrázek 6: Fyziologické změny v těhotenství.....	21
Obrázek 7: Držení těla těhotné ženy	26
Obrázek 8: Měření svalové síly a výdrže na horní končetině.....	30
Obrázek 9: Měření svalové síly a výdrže na dolní končetině	31

14. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČECH E. *Porodnictví*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 80-247-1313-9.
- [2] NOVÁKOVÁ L., ŠAJDÍKOVÁ M. 5. Funkční morfologie svalů. Funkce buněk a lidského těla [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <http://fb.lt.cz/skripta/iv-pohybova-soustava/5-funkcni-morfologie-svalu-slachy/>
- [3] ČIHÁK R. *Anatomie 1*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.
- [4] JANDA V. *Svalové funkční testy*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada. ISBN 80-247-0722-5.
- [5] ANONYMOUS. Hladká srdeční svalovina. [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1428.html>
- [6] LÜLLMANN-RAUCH R. *Histologie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3729-4.
- [7] HANZLOVÁ J., HEMZA J. Obecná nauka o svalech (myologia), typy a funkce svalů. Základy anatomie pohybového ústrojí [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_1/pages/nauka_o_svalech.html
- [8] ANONYMOUS. Optimální složení těla. Tanita [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.tanita-eshop.cz/optimalni-slozeni-tela>
- [9] BOTTINELLI R., REGGIANI C. Human skeletal muscle fibres: molecular and functional diversity. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* [online]. 2000, 73(2-4), 195-262 [cit. 2022-04-27]. ISSN 00796107. Dostupné z: doi:10.1016/S0079-6107(00)00006-7
- [10] BERNACIKOVÁ M., KALICHOVÁ M., BERÁNKOVÁ L. Funkce svalů. Základy sportovní kineziologie [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/funkce_svalu.html
- [11] FONTANA J., MAĎA P. 6. Svalová kontrakce. Funkce buněk a lidského těla [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <http://fb.lt.cz/skripta/iv-pohybova-soustava/6-svalova-kontrakce/>

- [12] DYLEVSKÝ I., JEŽEK P. Síla svalů. Základy kineziologie [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://vos.palestra.cz/skripta/kineziologie/1a3a4.htm>
- [13] JUŘICOVÁ L. Svalový test: historie až současnost. [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: https://theses.cz/id/tztjm1/TISK-BP_final.pdf. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, Ústav fyzioterapie. Vedoucí práce Mgr. Jana Tomsová.
- [14] ANONYMOUS. Vyšetření svalové síly – úvod do svalového testu. [cit. 2021-12-19] Dostupné z: https://is.muni.cz/el/fsps/jaro2013/bp1150/Vysetreni_svalove_sily_I.pdf
- [15] WIKHOLM J. B., BOHANNON R. W. Hand-held Dynamometer Measurements: Tester Strength Makes a Difference [online]. 1991, 13(4), 191-198 [cit. 2022-04-27]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.1991.13.4.191
- [16] Návod k přístroji – Digital analyser Pinch/grip
- [17] NOVOTNÝ J. Zátěžové testy. Kapitoly sportovní medicíny [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/18-11-zatezove-testy.html>
- [18] BERNACIKOVÁ M., NOVOTNÝ J., SIRIŠKI D. Praktická cvičení z fyziologie člověka pro studenty bakalářských oborů Tělesné výchovy. Brno: Masarykova univerzita, 2014. ISBN 978-80-210-7693.
- [19] KOLBER M. J., CLELAND J. A. Strength testing using hand-held dynamometry. Physical Therapy Reviews [online]. 2013, 10(2), 99-112 [cit. 2022-04-27]. ISSN 1083-3196. Dostupné z: doi:10.1179/108331905X55730
- [20] ANONYMOUS. Izokinetika, izokinetická dynamometrie, izokinetické přístroje. [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/poloka-menu-3/o-metod>
- [21] KARATAŞ G. K., GÖĞÜŞ F., MERAY J. Reliability of Isokinetic Trunk Muscle Strength Measurement, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation: February 2002 - Volume 81 - Issue 2 - p 79-85
- [22] AHMADI S., GUTIERREZ G. L., UCHIDA M. C. Correlation between handgrip and isokinetic strength of shoulder muscles in elite sitting volleyball players. Journal of Bodywork and Movement Therapies [online]. 2020, 24(4), 159-163 [cit. 2022-04-27]. ISSN 13608592. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbmt.2020.07.015

- [23] SLEZÁKOVÁ L., ANDRÉSOVÁ M., KADUCHOVÁ P., ROUČOVÁ M., STAROŠTÍKOVÁ E. *Ošetrovatelství v gynekologii a porodnictví. 2.*, přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. Sestra (Grada). ISBN 978-80-271-0214-3.
- [24] BINDER T. *Porodnictví*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1907-1.
- [25] GREGORA M., VELEMÍNSKÝ M. Nová kniha o těhotenství a mateřství. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3081-3.
- [26] ANONYMOUS. HCG [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.vaselaboratore.cz/seznam-vysetreni/imunochemie/item/hcg-2>
- [27] TALBOT L., MACLENNAN K. Physiology of pregnancy [online]. 2016, 17(7), 341-345 [cit. 2022-04-29]. ISSN 14720299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2016.04.010
- [28] FYZIOKLINIKA FYZIOTERAPIE S.R.O., PRAHA. Fyziologické změny v těhotenství. Fyzioklinika [online]. [cit. 2022-04-29]. Dostupné z: <https://www.fyzioklinika.cz/clanky-o-zdravi/fyziologicke-zmeny-v-tehotenstvi>
- [29] SURESH L., RADFAR L. Pregnancy and lactation. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology [online]. 2004, 97(6), 672-682 [cit. 2022-04-29]. ISSN 10792104. Dostupné z: doi:10.1016/j.tripleo.2004.02.002
- [30] NOVOTNÁ M., CALDA P. Železo v těhotenství. Actual Gyn. 2016;8:48-53
- [31] BAENA-GARCÍA L., COLL-RISCO I., OCÓN-HERNÁNDEZ O., ROMERO-GALLARDO L., ACOSTA-MANZANO P., MAY L., APARICIO V. A., LUO Z. Association of objectively measured physical fitness during pregnancy with maternal and neonatal outcomes. The GESTAFIT Project. PLOS ONE [online]. 2020, 15(2) [cit. 2022-04-29]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0229079

- [32] RUBÁČKOVÁ POPELOVÁ J. Pregnancy in women with congenital heart disease. *Intervenční a akutní kardiologie* [online]. 2019, 18(Suppl A), 36-41 [cit. 2022-04-29]. ISSN 1213807X. Dostupné z: doi:10.36290/kar.2019.051
- [33] SHIRAH B. H., SHIRAH H. A., FALLATA A. H., ALOBIDY S. N., ALHAWSAWI M. M. Hemorrhoids during pregnancy: Sitz bath vs. ano-rectal cream. *Women and Birth* [online]. 2018, 31(4), e272-e277 [cit. 2022-04-29]. ISSN 18715192. Dostupné z: doi:10.1016/j.wombi.2017.10.003
- [34] TAN E. K., TAN E. L. Alterations in physiology and anatomy during pregnancy [online]. 2013, 27(6), 791-802 [cit. 2022-04-29]. ISSN 15216934. Dostupné z: doi:10.1016/j.bpobgyn.2013.08.001
- [35] SANGSAWANG B. Risk factors for the development of stress urinary incontinence during pregnancy in primigravidae: a review of the literature [online]. 2014, 178, 27-34 [cit. 2022-04-29]. ISSN 03012115. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejogrb.2014.04.010
- [36] WESNES S. L., RORTVEIT G., BØ K., HUNSKAAR S. Urinary Incontinence During Pregnancy [online]. 2007, 109(4), 922-928 [cit. 2022-04-29]. ISSN 0029-7844. Dostupné z: doi:10.1097/01.AOG.0000257120.23260.00
- [37] WOWDZIA J. B., DAVENPORT M. H. Cardiopulmonary exercise testing during pregnancy. *Birth Defects Research* [online]. 2021, 113(3), 248-264 [cit. 2022-04-29]. ISSN 2472-1727. Dostupné z: doi:10.1002/bdr2.1796
- [38] ZAVALZA-GÓMEZ A. B., ANAYA-PRADO R., RINCÓN-SÁNCHEZ A. R., MORA-MARTÍNEZ J. M. Adipokines and insulin resistance during pregnancy. *Diabetes Research and Clinical Practice* [online]. 2008, 80(1), 8-15 [cit. 2022-04-29]. ISSN 01688227. Dostupné z: doi:10.1016/j.diabres.2007.12.012
- [39] BANI D. Relaxin: A pleiotropic hormone. *General Pharmacology: The Vascular System* [online]. 1997, 28(1), 13-22 [cit. 2022-04-30]. ISSN 03063623. Dostupné z: doi:10.1016/S0306-3623(96)00171-1
- [40] DAVIDGE-PITTS C., BURT SOLORZANO C. Reproductive hormones. *Endocrine society* [online]. January 23, 2022 [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.endocrine.org/patient-engagement/endocrine-library/hormones-and-endocrine-function/reproductive-hormones>

- [41] IRELAND M. L., OTT S. M. The Effects of Pregnancy on the Musculoskeletal System. *Clinical Orthopaedics and Related Research* [online]. 2000, 372, 169-179 [cit. 2022-04-30]. ISSN 0009-921X. Dostupné z: doi:10.1097/00003086-200003000-00019
- [42] ANONYMOUS. Weight Gain During Pregnancy. CDC [online]. May 26, 2021 [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/reproductivehealth/maternalinfanthealth/pregnancy-weight-gain.htm#important>
- [43] RASMUSSEN K. M., ABRAMS B., BODNAR L. M., BUTTE N. F., CATALANO P. M., SIEGA-RIZ A. M. Recommendations for Weight Gain During Pregnancy in the Context of the Obesity Epidemic [online]. 2010, 116(5), 1191-1195 [cit. 2022-04-30]. ISSN 0029-7844. Dostupné z: doi:10.1097/AOG.0b013e3181f60da7
- [44] Manuál k přístroji – Digital myometer
- [45] CIKL P. Multimyometrie – moderní dynamometrie [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <http://labprevmed.cz/multimyometrie.pdf>
- [46] ANONYMOUS. Body Surface Area (Du Bois Method) [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.merckmanuals.com/medical-calculators/BodySurfaceArea.htm>
- [47] ŻELAŻNIEWICZ A., PAWŁOWSKI B. Maternal hand grip strength in pregnancy, newborn sex and birth weight. *Early Human Development* [online]. 2018, 119, 51-55 [cit. 2022-05-01]. ISSN 03783782. Dostupné z: doi:10.1016/j.earlhumdev.2018.03.004