

---

# PROČ A JAK SPRÁVNĚ SPORTOVAT

---

Determinace zdravotního stavu vhodnou  
pohybovou aktivitou

*Jan Ondráček, Jaromír Sedláček, Martin Zvonař, Ján Cvečka,  
Josef Michálek, Jan Cacek, Pavel Grasgruber, Tomáš Kalina*



2013



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Didaktický materiál

Vytvoření výzkumného týmu vedeného reintegrovaným českým vědcem za účelem zjišťování úrovně pohybové aktivity (inaktivity) u vybraných věkových skupin mužů a žen v ČR.

**CZ.1.07/2.3.00/20.0044**

**Dotační titul:** OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, prioritní osa 7.2., administrováno MŠMT ČR

**Doba řešení:** 1.6.2011 - 30.5.2014

**Pozice Fakulty sportovních studií Masarykovy univerzity:** Koordinátor projektu

**Hlavní koordinátor projektu:** PhDr. Jan Cacek, Ph. D.

grafická úprava textu: Kateřina Novotná, Sylva Hřebíčková

materiál neprošel jazykovou korekcí

Prezentovaná data byla získána měřením výzkumného kolektivu v letech 2011 – 2013

webové stránky projektu: <http://www.fsp.s.muni.cz/spa/vedeni/>

# Obsah

1. Teoretická východiska pro vykonávání sportovních aktivit.....	5
2. Aerobní pohybové aktivity.....	11
2.1. Aplikace aerobních aktivit.....	13
3. Silové pohybové aktivity.....	17
3.1. Aplikace silových aktivit.....	18
4. Didaktické aspekty silového působení chodidla na podložku při běžné chůzi .....	21
4.1. Metody práce.....	22
4.2. Výsledky.....	25
4.1. Plantografie, obuv a obouvání, biomechanická obuv.....	26
5. Vybrané antropometrické a somatické charakteristiky současné české populace.....	31
5.1. Antropometrie.....	31
5.2. Tělesná výška.....	31
5.3. Tělesné proporce.....	32
5.4. Tělesné proporce a složení těla.....	33
5.4. Tělesné proporce a sport.....	34
5.5. Závěr.....	35





# 1. Teoretická východiska pro vykonávání sportovních aktivit

Pohybová aktivita a její význam pro společnost se v posledních letech stali důležitou celospolečenskou tématem. V porovnání s minulými generacemi trpí současná společnost výrazným nedostatkem pohybu, který je přímým důsledkem industrializace a technického pokroku. Podle odborníků z oblasti zdravotnictví je závažnost následků onemocnění způsobených nedostatkem pohybu – hypokinezí podobná jako při onemocněních způsobených kouřením. Nedostatek pohybu je nejčastější příčinou srdečně – cévních onemocnění. Dobrou zprávou je, že se jedná o příčinu, závažnost, které se dá snížit vhodným chováním člověka. V žebříčku příčin předčasných úmrtí je nedostatek pohybu a onemocněním způsobených na čtvrtém místě.

Pozitivní vliv pohybové aktivity na zdraví člověka potvrdila na základě podrobné analýzy 15.000 vědeckých prací i Světová zdravotnická organizace (WHO). Na základě uvedených analýz vyslovila WHO závěry, ve kterých hodnotí pohybovou aktivitu jako finančně dostupný prostředek zlepšování fyzické zdatnosti populace, prevence civilizačních onemocnění a zvyšování kvality života. Hlavně při nemocech jako je obezita, vysoký krevní tlak, srdečně – cévní onemocnění, diabetes II, snižování denzity kostní hmoty (osteoporózy) jako i rakovina plic a tlustého střeva je preventivní efekt pohybu značný. Vědeckými studii je dokázán i terapeutický efekt pohybu, který je při uvedených onemocněních často výraznější jako účinky medikamentózní léčby. Dokázán je pozitivní vliv na mentální výkonnost a odolnost proti stresu. Pohyb rovněž představuje účinný prostředek prevence degenerativních mozkových onemocnění (např. Alzheimer). V neposlední řadě je nutné vzpomenout zlepšení vnímání vlastního já jako i subjektivní lepší hodnocení kvality života u jedinců, kteří jsou pravidelně a dlouhodobě pohybově aktivní.

Pohybová aktivita prokazatelně přispívá nejen k prodloužení života, ale hlavně zabezpečuje autonomnost a samostatnost při běžných denních činnostech ve vyšším věku.

V posledních letech se téma pohybové aktivity objevuje i v souvislosti s tzv. sekundární prevencí a rehabilitací. Bylo vědecky dokázáno, že vhodná pohybová aktivita může částečně kompenzovat negativní následky kouření, zvýšených hodnot cholesterolu anebo nadváhy. Mnohé studie došli k závěrům, že zdravotní stav fyzicky aktivních lidí



s mírnou nadváhou je lepší než u štíhlých, kteří se nevěnují žádnému pohybu. Nejnovější výzkumy dokonce jasně dokázaly, že pozitivní účinky pohybu výrazně převyšují negativa (zranění, následky dopravních kolizí způsobených cyklisty a chodci), které může pohybová aktivita přinášet.

Všeobecně je možné konstatovat, že existuje přímá závislost mezi objemem vykonávané pohybové aktivity a pozitivními účinky na zdraví populace: Čím více času člověk věnuje pohybu, o to výrazněji z toho profituje jeho fyzická zdatnost a zdravotní stav. Tato závislost je lineární do objemu zodpovídajícímu přibližně 50 km běhu joggingovou intenzitou za týden. Po překročení této hranice je přínos pro zdraví méně výrazný a extrémní tréninkové dávky mohou dokonce způsobit zhoršení zdravotního stavu. Jako příklad můžeme uvést nejrůznější zdravotní problémy vrcholových sportovců. Nejvýraznější pozitivní účinky pohybové aktivity zaznamenávají jedinci, kteří doposud nepraktikovali žádný druh pohybu a to v úvodních měsících po začátku pravidelného sportování. Hrubým odhadem je možné stanovit rovnici, že pokud objem pravidelné aktivity dosahuje minimální doporučené hodnoty, je pozitivní účinek na zdraví přibližně 50% z efektu, který je možné dosáhnout pohybovou aktivitou.

Důležitým poznatkem je fakt, že pozitivní účinek pohybu se projeví v každém věku. I starší jedinci ve věku nad 65 roků, kteří se během života nevěnovali žádné pohybové aktivitě, dosáhnou výrazné zlepšení fyzické zdatnosti se všemi pozitivními účinky, které dostatečná fyzická zdatnost se sebou přináší. Je nutné ale připomenout, že sportovat se nedá „do zásoby“: To znamená, že pokud byl člověk v mladším věku výkonnostní sportovec ve vytrvalostních disciplínách, skončil s pravidelným tréninkem ve věku 30 let, tak ve věku 50 roků je profit z předcházející sportovní minulosti nulový. Výjimkou z tohoto pravidla je problematika hustoty kostí. Pokud se s dětmi praktikuje pohybová aktivita s příznivým účinkem na denzitu kostí (hlavně silový trénink), trvá ve vyšším věku v porovnání s pasivními jedinci výrazně déle, než odvápnění dosáhne kritickou, zdraví ohrožující hodnotu. I z tohoto důvodu je důležité, aby se děti pravidelně věnovali pohybové aktivitě a redukovali tak riziko zlomenin ve vyšším věku.

Vhodně zvolené a vykonávané pohybové aktivity podporují dobrou (optimální) úroveň zdravotního stavu, a tím spoluvytváří základ pro plnohodnotné společenské i individuální uplatnění se v životě ve všech jeho etapách; zatímco v etapě dětského a mládežnického věku jde především o podporu biologického vývoje a vytvoření základů pro celoživotní pohybovou aktivitu, tak v etapách produktivního a postproduktivního věku jde



především o podporu a udržení optimálního zdravotního stavu, který umožní plnohodnotný život.

Světová zdravotnická organizace (WHO) definuje zdraví jako stav fyzického, psychického a sociálního komfortu člověka. Je to stav předpokládající optimální samoregulaci organismu jako i rovnováhu mezi jeho funkcemi a vnějším prostředím. Na posouzení tělesného zdraví se jako podklady používá posouzení úrovně pohybové výkonnosti dosažené v ukazatelích (motorických testech) především v aerobní vytrvalosti, silových schopnostech, pohyblivosti i např. v množství vykonávané pohybové aktivity (většinou během týdenního intervalu).

Pohybová výkonnost je determinovaná úrovní pohybových schopností přiměřených věku a pohlaví, která umožňuje řešit běžné, každodenní pro život nevyhnutné úlohy. Uvedená úroveň umožňuje žít aktivní věk, to znamená, že se jedinec dokáže sám o sebe postarat, pociťuje radost ze života, chápe jeho smysl, zúčastňuje se společenského života, má svoje zájmy a dokáže sledovat vlastní životní cíle.

Celoživotní udržování přiměřené pohybové výkonnosti je spolehlivou prevencí stárnutí organismu. Při stárnutí jde o zákonité, involuční a nezvratné procesy v organismu člověka, které nepostihují současně a ve stejné míře všechny orgány a systémy a mají proto individuální charakter. Je to výsledek působení genetických faktorů, životního prostředí a způsobu života – životního stylu. Projevují se ve fyzické, mentální i v emocionální oblasti. Rozlišujeme fyziologické a tzv. předčasné stárnutí; u absolutní většiny populace se setkáváme právě s předčasným stárnutím, které je charakterizované částečným, anebo zrychleným tempem. Stává se, že mezi dvěma jedinci stejného kalendářního věku může být rozdíl v biologickém věku 15, 20 i více let. Průběh involučních procesů poměrně dobře poznáme (atrofie svalové hmoty, snížení množství nervových buněk, kostní hmoty, množství alveol v plicích, nefronů v ledvinách, klesá produkce hormonů a pod.), avšak příčiny stárnutí se zatím nepodařilo jednoznačně určit. Je dokázané, že průběh involučních procesů lze zpomalit a brzdit. Významně se na tom podílí způsob života, hlavně optimální pohybovou aktivitou a výživou. V boji o zachování zdraví a prodloužení aktivního věku sehrávají významnou úlohu především tři faktory:

1. Každodenní intenzivní duševní činnost přiměřená intelektu jedince (udržuje tonus CNS) – sebevzdělávání, studium jazyků, luštění křížovek, společenské hry (šachy, karty) atd.
2. Zájmové činnosti (zahrádkářství, rybářství, myslivectví, sběr lesních plodů a léčivých rostlin atd.)



### 3. Řízená tělovýchovná a sportovní pohybová aktivita.

V této souvislosti je důležité si odpovědět na otázky, zdali je člověk schopný ovlivnit kvalitu svého zdraví a délku aktivního života. Podle Světové WHO závisí zdraví a délka života především od:

- ekologických podmínek: 21%,
- genetické výbavy (zděděné předpoklady): 21%,
- úrovně zdravotnické starostlivosti: 8%,
- způsobu života- životního stylu včetně pohybové aktivity: 50%.

Z uvedeného vyplývá, že jedinec není v boji o své zdraví a délku života až tak bezmocný. Má k dispozici minimálně 50% možností, které se mohou i individuálně navýšit o vylepšení ekologických podmínek i o lepší zdravotnickou starostlivost.

Starost o své zdraví je prvořadá povinnost každého člověka. Bohužel i přes tento fakt se většina lidí v boji o své zdraví spíše spoléhá na medicínu, než na vlastní aktivitu. Zachování potřebné úrovně zdraví a pohybové výkonnosti po celý život je velmi náročná úloha. Vyžaduje si systematické úsilí, disciplínu, houževnatost a silnou vůli.

Pod pohybovou aktivitou rozumíme cílevědomou pohybovou činnost člověka, která sleduje upevnění zdraví, rozvoj pohybového potenciálu (pohybových schopností) a dosažení určitého stupně individuální tělesné dokonalosti s důrazem na realizaci svých předpokladů vzhledem k motivaci a sociálním potřebám. Lze sem zařadit každou pohybovou aktivitu, která v dostatečné míře zvyšuje požadavky na funkce organismu, zabezpečuje energetický výdaj nad úroveň výdaje v klidu. Patří sem pracovní činnosti, včetně domácích prací, zájmové činnosti, jako i řízené tělovýchovné a sportovní aktivity vykonávané individuálně anebo kolektivně bez vedení anebo pod vedením tělovýchovných pedagogů, či sportovních trenérů a instruktorů. Tělovýchovná a sportovní aktivita je charakterizovaná především pohybovým (tréninkovým zatížením). Je to pohybový podnět, kterým působíme na organismus s cílem vyvolat žádoucí adaptační změny podmiňující úroveň tělesného rozvoje, zdraví a pohybové výkonnosti. Z pohledu rekreačních pohybových aktivit můžeme rozlišit tři kategorie zatížení:

1. Malé, podprahové zatížení – nevyvolává trvalé adaptační změny, nemá trénující účinek. Slouží na urychlení regenerace, odstranění nervového a svalového napětí.





2. Optimální zatížení, které je v souladu s momentálními možnostmi organismu a vede k adaptačním změnám – k zvýšení výkonnosti jednotlivých systémů a organismu člověka jako celku.
3. Nadhraniční zatížení, které není v souladu s možnostmi organismu a není proto záměrně využívané v rekreačních pohybových aktivitách. Může vést i k poškození zdraví jedince.

Na splnění cílů v oblasti rekreační pohybové aktivity se využívá malé a optimální tréninkové zatížení.

Pohybová aktivita může v závislosti od stavu, možností, motivů a cílů konkrétního jedince sledovat rozmanité cíle:

- upevnit a zachovat zdraví, působit preventivně proti chorobám, prodloužit aktivní věk,
- redukovat nadměrnou hmotnost těla (redukovat tukovou tkáň),
- formovat anebo zachovat tělesné proporce (estetické hledisko),
- zvýšit anebo zachovat věku a pohlaví přiměřenou pohybovou výkonnost,
- brzdit průběh involučních procesů (stárnutí organismu),
- urychlit regeneraci po zraněních a nemocech.

Pro splnění uvedených úloh je třeba uplatnit vhodné (věk, pohlaví, trénovanost, stavba těla, možnosti, a pod.) pohybové aktivity jeho i úroveň pohybového zatížení. WHO uvádí následující podíl pohybových aktivit:

- 50 – 60% aerobních (vytrvalostních) aktivit,
- 15 – 20% silových aktivit,
- 10 – 15% koordinačních aktivit,
- 5 – 10% aktivit zaměřených na rozvoj ohybnosti (kloubní pohyblivosti).

Odpověď na otázku, kolik pohybové aktivity by měl jedinec absolvovat za určité období, není jednoduché, ani jednoznačné. Je to přísně individuální. Do pohybové aktivity se započítává nejen tělovýchovná a sportovní činnost, ale i práce v domácnosti, zájmové činnosti i hraní se např. u dětí. WHO rovněž vymezila rozsah pohybové aktivity energetickou spotřebou. Doporučuje realizovat týdně takovou pohybovou aktivitu, která umožní „spálit“ kolem 1500 kcal. Největší podíl mají mít vytrvalostní aktivity (cca 60%), potom silové aktivity (cca 25%), a zbytek by měl být vyplněný koordinačními aktivitami a cvičeními na rozvoj ohybnosti. Přitom musíme mít na zřeteli, že energetický výdaj na jednotku času bývá při rozvoji koordinačních schopností a cvičeních na ohybnost mnohem nižší vzhledem na



zatížení vytrvalostní a silové. Z pohledu vykonávání rekreačních pohybových aktivit jsou rozhodující aerobní (vytrvalostní) a silové pohybové aktivity.



## 2. Aerobní pohybové aktivity

V rekreačním sportu patří aerobní aktivity mezi nejrozšířenější. Je to dané nejen už výše vzpomenutými doporučeními, ale především poměrně malou náročností na materiální i technické zabezpečení, jako i faktem, že zpravidla nevyžadují zvládnutí technicky náročných zručností. Za tímto účelem se mohou aplikovat aktivity jako chůze, či běh, které patří mezi základní lidské lokomoce, mírně náročnější, avšak též v populaci masově technicky zvládnuté a využívané, jsou lokomoce jako jízda na kole a plavání. Často používané jsou i technicky náročnější pohybové aktivity jako např. běh na lyžích, alpské lyžování, klasické bruslení i jízda na kolečkových bruslích, veslování, jízda na člunech i různé sportovní déletrvající hry.

Aerobní pohybové aktivity jsou činnosti, většinou cyklického charakteru (mohou být i acyklického charakteru), které trvají delší dobu (10 a více minut), pracují při nich velké svalové skupiny, což intenzivně zatěžuje systémy organismu, hlavně dýchací a srdečně cévní (příjem, transport a využití kyslíku). Spotřeba kyslíku v organismu je klíčovým faktorem při určování efektivnosti a úrovně zatížení při vykonávání aerobní pohybové aktivity. Nejčastěji používaným a sledovaným parametrem je  $VO_2\max$ . Představuje nejvyšší množství kyslíku, které je organismus jedince schopný při intenzivním tělesném zatížení přijmout za 1 minutu, hodnota se buď uvádí v absolutních hodnotách (l/min) anebo je přepočítaná na 1kg hmotnosti. Čím intenzivněji se pohybujeme, tím více dýcháme, abychom zvýšili náš příjem kyslíku, co umožňuje vytvářet stále více energie aerobně. Množství kyslíku, které je jedinec schopný využít, určuje množství energie, které bude k dispozici pro svalovou práci. Vyšší maximální spotřeba kyslíku tedy vytváří předpoklady pro vyšší intenzitu vytrvalostního pohybového zatížení a konečném důsledku i lepší vytrvalostní výkon. Na druhé straně velmi nízká  $VO_2\max$  může být příčinou nedostatku energie s průvodními nepříjemnými pocity nedostatku vzduchu i při relativně nenáročných aktivitách každodenního života. Na příjmu kyslíku a jeho využívání v pracujících svalech se podílí více fyziologických funkcí. Tvoří jich především plicní ventilace, difuze kyslíku z plicních měchýřků do krve, jeho transport z plic ke svalům, dále přechod kyslíku z krve do pracujících svalů a jeho využívání ve svalových buňkách. Všechny tyto funkce vytváří jakýsi fyziologický řetězec, přičemž platí, že maximální spotřebu kyslíku určuje nejslabší článek.



U tohoto ukazovatele ( $VO_2\max$ ) platí, že nejvyšší hodnoty u běžné populace se dosahují okolo věku 30 roků, běžné populační hodnoty jsou na úrovni 40 – 45 ml/kg/min, přičemž ženy dosahují mírně nižší hodnoty.  $VO_2\max$  se ale celoživotně snižuje (hlavně při nedostatečné pohybové aktivitě) a to tempem 9 – 10% za cca 10 roků. Cílem jedince by mělo být udržet si úroveň tohoto parametru na úrovni 40 ml/kg/min celoživotně. Není to jednoduché, protože se:

- snižuje kapacita plic, tím že se zvyšuje procento reziduálního vzduchu a atrofují i dýchací svaly, které třeba celoživotně zatěžovat (vhodné je např. hlavně plavání),
- srdce snižuje svůj výkon tím, že atrofuje hlavně při nedostatku pohybu, vhodnými ukazateli trénovanosti je např. nízká pokojová pulzová frekvence i normální tlak krve. Nižší výkon srdce se snižuje i s vyšším věkem (viz tab. 1)

tab. 1 Evoluční změny srdeční frekvence (v %) v závislosti na věku

% věk	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
100	200	195	190	185	180	175	170	165	160	155
90	180	176	171	167	162	158	153	149	144	140
75	150	146	143	139	135	131	128	124	120	116
65	130	127	124	120	117	114	111	107	104	101

Hodnoty pulzových frekvencí jsou orientační a i v tomto případě je vždy třeba postupovat individuálně. Platí, že pohybové aktivity vykonávané na úrovni 75% a výše umožňují zvyšovat trénovanost, energeticky je práce zabezpečena převážně štěpením cukrů, hovoříme o posilování systémů organismu. V pásmu 56 – 75% se energie v převážné míře tvoří štěpením tuků a z pohledu procesu jde o udržování trénovanosti. Pásmo pod úroveň 65% umožňuje regeneraci a rehabilitaci organismu.

Problémem současné dospělé populace a to celosvětově hlavně ve vyspělých zemích, i v České republice je sedavý způsob života, nesprávná výživa a nedostatek pohybu, s tím spojená nadváha a obezita, která je způsobená převážně zvýšeným procentem tukové tkáně. Tuková tkáň je vydatným energetickým zdrojem, přičemž platí, že je jednodušší pro



dospělého člověka ji nabyt, než se ji zbavit. V tab. 2 ilustrujeme přibližné množství práce v různých pohybových aktivitách, které je třeba na odbourání 5 kg tukové tkáně.

tab. 2 Energetická spotřeba a čas na redukci 5 kg hmotnosti u dospělého jedince

Sport	Intenzita	výdej energie za 1 hod	Čas na redukci hmotnosti o 5 kg u jedince vážíciho:			
			70 kg	80 kg	90 kg	100 kg
Chůze	mírná	4,9	122	107	95	86
	svižná	5,0	119	104	92	83
	horská	5,7	99	87	77	70
Jogging	7 min/ km	6,3	87	76	68	61
	6 min/ km	8,6	59	52	46	42
	5 min/ km	12,1	40	35	31	28
Jízda na kole	10km/hod	3,8	177	155	138	124
	14km/hod	5,2	112	98	87	78
	18km/hod	6,3	87	76	68	61
	22km/hod	7,1	75	66	59	53
Plavání	1km/30min	5,9	95	83	74	66
	1km/25min	7,9	66	58	52	46
	1km/25min	10,2	48	42	37	34
Jízda na kolečkových bruslích	8km/hod	5,8	97	85	75	68
	12km/hod	8,3	57	50	44	40
	16km/hod	10,1	47	41	36	33
Skákání na švihadle	70x/ min	9,8	51	45	40	36
	125x/ min	10,7	46	40	35	32

Z uvedené tabulky je zřejmé, že tuková tkáň je energeticky velmi bohatý energetický zdroj, a že odbourání této tkáně pouze pohybovou aktivitou je nepochybně náročná úloha. Doporučujeme ji kombinovat se stravováním, to jest s nižším energetickým příjmem.

## 2.1. Aplikace aerobních aktivit

Prostředky: K dispozici je široký výběr pohybových aktivit. Jde o aktivity, které zatěžují větší počet svalů, resp. větší svalové skupiny např.: Chůze, běh, chůze a běh na lyžích, alpské lyžování, bruslení, plavání, jízda na kole, veslování, aerobik, skákání na trampolíně, přes švihadlo, využít je možné i intenzivnější sportovní hry.

Východiska: Při přípravě programů jde hlavně o tyto skupiny lidí:

Jedinec je zdravý, vykonává pohybovou aktivitu, je na ni přizpůsobený. Nejméně problémová skupina, většinou rozumí problematice a dokáží se sami regulovat, potřebují spíše konzultace.



Jedinec je zdravý, ale neadaptovaný na pohybovou aktivitu. Tato skupina se musí „rozběhnout“, zpočátku (několik měsíců) důslednější kontrolou, potom může přejít na konzultace.

Jedinec je zdravý, ale se zdravotními odchylkami. Tato skupina je dlouhodobě odkázána na kontrolu a to jak trenéra či instruktora, tak i lékaře, který by měl tréninkové prostředky i zatížení schvalovat. Ve výjimečných případech se dá dostat až na konzultace.

Zásady: intenzita a délka je přiměřená věku, pohlaví a trénovanosti. Základním ukazovatelem je srdeční frekvence (viz tab. 1) a cíl, který chceme pohybovou aktivitou dosáhnout.

Metody:

1. Souvislá rovnoměrná metoda,
2. Souvislá nerovnoměrná metoda.

Další tréninkové metody (např. intervalová, krátko-úseková krátko-intervalová metoda a pod.) v rekreačním sportování používáme pouze výjimečně. Na druhé straně může určitou dobu trvat, hlavně u nesportujících jedinců, abychom postupně k souvislé rovnoměrné metodě dostali metodou postupných krůčků.

Frekvence podnětů:

- Na udržení výkonosti: 2 – 3x do týdne od 20 do 60 min.
- Na zvyšování výkonosti: 4 – 6x do týdne od 30 do 60 i více min.

Výraznější adaptační změny můžeme očekávat při systematickém zatěžování v průběhu 6 – 8 týdnů, i když adaptace (hlavně psychická) na dlouhodobé většinou monotónní zatížení je sice individuální, ale kratší (zpravidla 3 – 4 týdny).

Základní doporučení WHO pro dávkování aerobních aktivit v týdenním cyklu pro ženy i muže v produktivním věku (18 – 64 roků):

1. Minimální doporučený čas je 150 min aerobních aktivit mírnou intenzitou resp. 75 zvýšenou intenzitou, anebo kombinace aktivit mírnou a zvýšenou intenzitou.
2. Aerobní aktivity se doporučuje vykonávat v intervalech trvajících aspoň 10 min.
3. Pro zvýšení pozitivních účinků se doporučuje zvýšit objem pohybové aktivity na 300 min aerobních aktivit mírnou intenzitou resp. 150 zvýšenou intenzitou, anebo kombinace aktivit mírnou a zvýšenou intenzitou.



4. Mírná intenzita je definovaná jako pohybová aktivita, při které se zrychlí frekvence dýchání a srdeční frekvence. Není podmínkou se při uvedené aktivitě zpotit. Do této skupiny zařazujeme: rychlou chůzi, jízdu na kole, odklizení sněhu lopatou, práce v zahradě a pod.
5. Vykonávání činností s vyšší intenzitou by měli způsobit výraznější zrychlení frekvence dýchání jako i srdeční frekvence a měli by způsobit aspoň mírné pocení. Do této skupiny se zařazují aktivity, které aktivují velké svalové skupiny, např.: běh, rychlá jízda na kole, plavání, běh na lyžích, cvičení na kardio a fitness zařízeních.
6. Pro vykonávání aerobních pohybových aktivit se doporučuje využít v co nejvyšší míře přírodní prostředí.







### 3. Silové pohybové aktivity

Svalová síla se významnou mírou podílí na realizaci rozmanitých lokomocí, pracovních, tělovýchovných i sportovních činností. Proto i WHO doporučuje, aby silové aktivity tvořili až čtvrtinu celkového pohybového objemu programu zaměřeného na zachování zdraví a věku přiměřené pohybové výkonnosti.

Mezi charakteristické znaky stárnutí organismu patří úbytek kostní a svalové hmoty, snížení úrovně silových schopností. Předpokládá se, že jednou z hlavních příčin těchto procesů je klesající produkce růstového hormonu. Uplatněním silových aktivit v dostatečném objemu lze produkci tohoto hormonu stimulovat. Pokud se svaly nezatěžují dostatečně, dochází postupně k jejich atrofii, vzniká svalová dysbalance, narušuje se správné držení těla, celkový vzhled, projevuje se pokles silových schopností. Atrofované svalové tkanivo se zpravidla nahrazuje tukovým tkanivem, mění se nepříznivě poměr aktivní a pasivní tělové hmoty. Involuční procesy jsou sice zákonité a zároveň heterochronní, postihují svalový i kostní aparát hlavně tehdy, když se nedostatečně zatěžují. Nejrychleji atrofují svalové skupiny, které se v běžném životě nejméně zatěžují: svaly šíje, zad, břišní stěny, paží a zadní strana stehen. Ostatní, které se v běžném životě častěji používají, atrofují pomaleji, mají ale tendenci ke zkracování se.

Rozvoj svalové hmoty a silových schopností probíhá nejúčinněji do věku 25 – 30 roků, potom následuje období stabilizace a později výrazného poklesu úrovně silových schopností. Pokles postihuje v nejvyšší míře především výbušnou sílu, v menší míře absolutní sílu a silovou vytrvalost. Rozvoj silových schopností u žen probíhá pomaleji a v menší míře. Je potvrzený i kladný vliv adekvátních silových aktivit na jiné systémy organismu (srdečně-cévní, nervový, imunitní, energetický a pod.). Silové aktivity mohou sledovat rozličné cíle:

- Zpomalit involuční procesy, které postihují nejen svalový, ale i kostní systém,
- Urychlit rehabilitaci po zraněních pohybového aparátu,
- Odstranit svalové dysbalance,
- Formovat a zachovat optimální tělesné proporce (estetické hledisko),
- Zvýšit resp. zachovat dosáhnutou úroveň silových schopností (absolutní síly a silové vytrvalosti),
- Stimulují a podporují produkci hormonů, hlavně růstového hormonu a testosteronu.



### 3.1. Aplikace silových aktivit

Prostředky:

Je vhodné využívat co nejširší škálu prostředků v nejrůznějších zařízeních, tělocvičnách i v přírodě. Vhodné jsou různé posilovací stroje, které jsou bezpečné a umožňují přesně kontrolovat vynaložené úsilí. Nevylučujeme i klasickou činku, ale podmínkou je technické zvládnutí jednotlivých cvičení a samozřejmě přiměřenost. V přírodních podmínkách pracujeme převážně s hmotností vlastního těla a jeho segmentů.

Východiska:

Při přípravě programů jde hlavně o tyto dvě úlohy:

1. Dosažení určité optimální úrovně vzhledem na věk, pohlaví, zdravotní stav a trénovanost, to je zabezpečení rozvoje, nárůstu silových schopností,
2. Udržení dosažené úrovně silových schopností.

Metody a postupy:

Při vykonávání rekreačních pohybových aktivit vyřazujeme (omezujeme) ty metody, ve kterých se používají maximální zátěže a maximální úsilí (hlavně pro příliš vysoký krevní tlak během cvičení). Nejčastěji využíváme opakovací metodu (bez doplňkové zátěže anebo se zátěží), izometrickou metodu, či kruhový trénink. Jako vhodné se jeví využívat komplexy cvičení, ve kterých se při výběru jednotlivých cvičení zaměřujeme harmonický rozvoj svalstva celého těla, na cvičení působící účinně na hlavní svalové skupiny. Hledáme co nejširší škály cvičení, permanentně se zaměřujeme na inovaci (počty opakování, jednotlivé cvičební tvary i způsob provedení apod.). Velikost zatížení se pohybuje do přibližně 50% z maxima, počty opakování bývají vyšší (až 30x v jedné sérii), zaměřujeme se více na rozvoj silové vytrvalosti, zvýrazňujeme rytmické, pravidelné dýchání.

Frekvence podnětů:

- Rozvoj úrovně při 3 - 4 tréninkových jednotkách za týden, objem zatížení je velký, hmotnost zatížení 40 – 60% z maxima.
- Na udržení úrovně stačí 1 tréninková jednotka za týden, při středním objemu zatížení a hmotnostech 40 – 60% z maxima.



- Výraznější adaptační změny organismu jedince můžeme očekávat za období 4 – 6 týdnů (po celkem 15 – 18 tréninkových jednotkách). Psychická adaptace probíhá kratší dobu, po počátečním „bolestivém“ období (cca 2 – 3 týdny) se dostavuje určitá euforie z pocitu svalového tonu i pocitu vyšší úrovně silových schopností, co působí zpravidla pozitivně i na lidskou psychiku.

#### Zásady:

- Intenzita a délka tréninkové jednotky je přiměřená věku, pohlaví, zdravotnímu stavu a trénovanosti jedince. Dávkování je individuální, řídí se především pocitu jedince, které je ale hlavně u začátečníků nutné kriticky přehodnocovat, nejlépe pod dozorem trenéra, či cvičitele.
- Nesmíme zapomínat, že hlavně při rozvoji silových schopností je významný i přísun příslušných stavebních látek, hlavně bílkovin. V rekreačním sportování bychom ale měli vystačit s přírodními zdroji, které si sami (anebo po konzultaci s příslušným odborníkem) dokážeme připravit i dávkovat.
- WHO doporučuje, aby se silový trénink aplikoval minimálně 2x týdně a při něm se doporučuje procvičit všechny hlavní svalové skupiny.





## 4. Didaktické aspekty silového působení chodidla na podložku při běžné chůzi

Od druhé poloviny minulého století začíná moderní člověk poměrně intenzivně zanedbávat potřebu fyzické aktivity (Frolis, 1988, Blair, 1989, 2001, Dobrý, 2008, Blahutková, 2005, aj.) a například Frolis (1988) udává snížení pohybové aktivity v průběhu 20. st. ze 100 % na procento jedno. Jednou z významných pohybových aktivit, která má stále významný podíl na celkové pohybové aktivitě naší populace, je chůze nejčastěji udávaná pohybová aktivita, kterou v průběhu týdne využívá více než 75% obyvatelstva ČR, přičemž denní doba chůze u dospělých se pohybuje okolo 60-80 min. (Neuls, 2007). Na množství chůze mají vliv zejména enviromentální faktory (Neuls, 2007). Ve srovnání s jinými vyspělými zeměmi je česká populace stále ještě chodecká země, protože Berkey (2003) zjistil v USA jen průměrných 24 minut chůze za den. A jen pro 15-30% dospělých v USA je chůze nejčastěji používanou PA (McArdle, 1986). Chůze je považována pro svou malou náročnost na podmínky realizace i jednoduchou pohybovou strukturu za důležitou pro udržování optimálních funkcí u starších lidí, ovšem v současné době může mít tento význam i u mladších věkových kategorií.

Pokroky v poznání o biomechanice pohybu zlepšují i znalosti o chůzi a porozumění jejím dynamickým projevům a strukturám. Přesto je možné říci, že dosud nebyly vyčerpávajícím způsobem prozkoumány a vysvětleny vztahy kinetických (dynamických) ukazatelů kroku k jeho délce, době kontaktu planty s podložkou, šířce, k pohybovým zvyklostem, sociálním ukazatelům apod. Individuální variabilita chůze je společný problém biomechanický a ortopedický. Byla provedena řada studií, které popisují proměnné přispívající k variabilitě chůze především z hlediska věku nebo nemoci. Podle Gabell, Nayak (1984) jsou charakteristiky chůze jako je délka nebo doba kroku reprezentanty automatického krokového mechanismu chůze (např. generátor vzoru chůze) a šířka chůze a doba dvouoporového postavení jsou reprezentanty kontroly rovnováhy. Proto zhoršení činnosti těchto řídicích mechanismů zvyšuje variabilitu chůze. Vědci studující rozdíly chůze u věkových kategorií dospělých prokázaly řadu změn především u starší populace nad 60 let, např. snížení rychlosti menší extenze v kyčelním a kolenním kloubu, menší rozsah při dorzální flexi nohy (Hageman, 1986 Waters, 1988, Ostrosky, 1994, Winter, 1990), snížení délky kroku a změny v šířce kroku, redukce výkonu v propulsivní části kontaktu chodidla s podložkou (Blanke 1989, Ostrosky 1994, Winter, 1990, McGibbon, 2003, Brach, 2008) rozdíly v době provedení absorpční a propulsivní části stance (Musil, Korvas). Další zvýšení variability chůze mohou zapříčinit také některé nemoci jako například Parkinsonova nebo



Alzheimerova nemoc (Hausdorff, 1997, 2000, Schaafsma, 2003), periferní neuropatie (Richardson, 2004) apod. Individuální technika chůze může ovlivňovat ekonomiku pohybu nebo zapříčinit problémy s opěrnou nebo pohybovou soustavou. Kvalitu chůze ovlivňuje také stavba (architektura) nohy, tělesná hmotnost, svalová únava, umístění těžiště těla apod. V současné době je možné využívat řadu moderních technologií a metodik, které mohou tuto problematiku pomoci osvětlit (Zvonař, 2009).

Chůze je tedy základní lidskou dovedností, která se stává pro značné procento populace důležitým zdrojem fyzického zatížení. Pro správnou techniku chůze je důležitá dobrá úroveň koordinace a pohybových vzorců, rovnováhy a samozřejmě zdraví. Při kontaktu planty s podložkou dochází k typickému dvouvrcholovému průběhu, které také mohou charakterizovat techniku a efektivitu chůze. Z našich výzkumů dynamické analýzy chůze je zřejmé, že existují dva druhy chodců, jedni vytváří větší reakci podložky v úvodu kroku, v průběhu absorpční fáze kroku, druhá skupina dosahuje vyšších hodnot ve druhém vrcholu v průběhu propulsivní fáze kroku.

Záměrem naší studie bylo zjistit, zda je možné vysvětlit rozdílný průběh zatížení planty v průběhu absorpční a propulsivní fáze kroku u sledovaných osob pomocí základních tělesných ukazatelů nebo časovými charakteristikami chůze.

#### 4.1. Metody práce

Byla realizována deskriptivní srovnávací studii, při laboratorním šetření při standardních podmínkách bylo změřeno 51 žen ve věku 30 – 60 let (viz tab. 3). Ženy byly rozděleny do dvou skupin podle toho, zda dosáhly vyšších hodnot vertikální reakce podložky během absorpční (skupina A) nebo propulsivní fáze (skupina B) kroku.

tab. 3 Srovnávací studie – charakteristika zkoumaných osob

	n.		věk (roky)	výška (cm)	hmotnost (kg)	BMI
Skupina A	8	průměr	38,5	167,0	61,7	22,0
		SD	8,0	4,3	7,6	2,0
Skupina B	43	průměr	45,5	167,9	69,5	24,6
		SD	10,6	7,7	14,6	4,0

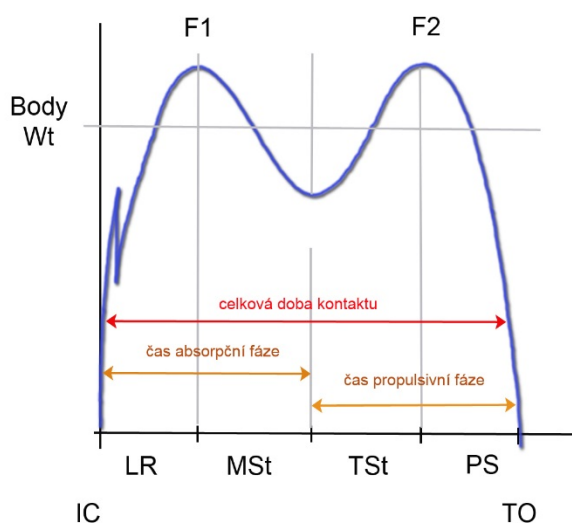
Silové i časové charakteristiky při kontaktu planty s podložkou byly zaznamenány pomocí mobilního systému PedarX, (Novel, Mnichov, GER). Prostřednictvím dvou tlakových



stélek (formou vložek do bot), které obsahují 99 tlakových senzorů rovnoměrně rozložených na celou jejich plochu. Záznam byl proveden na frekvenci 100 Hz. U každého probanda bylo zaznamenáno minimálně 12 kroků. Byly zjišťovány dva silové ukazatele a tři časové. Pro zpracování průměrných hodnot u každého jedince bylo použito 6 kroků, 3 pravou a 3 levou nohou. Sledované osoby provedly úvodních 5 kroků, kterými dosáhli přirozené stabilní individuální techniky chůze. Následující kroky byly vyhodnoceny. Všechny sledované osoby měly stejný typ obuvi s plochou podešví.

Pro hodnocení (viz obr. 1) byly vybrány 4 reprezentativní silové (vertikální plantární reakce podložky VGR) a časové ukazatele:

- $F_1$  – maximální hodnota vertikální reakce podložky v průběhu absorpční části kroku (fáze
- $F_2$  – maximální hodnota vertikální reakce podložky v průběhu propulsivní části kroku
- $t_2$  – doba propulsivní fáze kroku (TSt, PSw);
- $t_1$  – doba absorpční fáze kroku (LR, MSt).



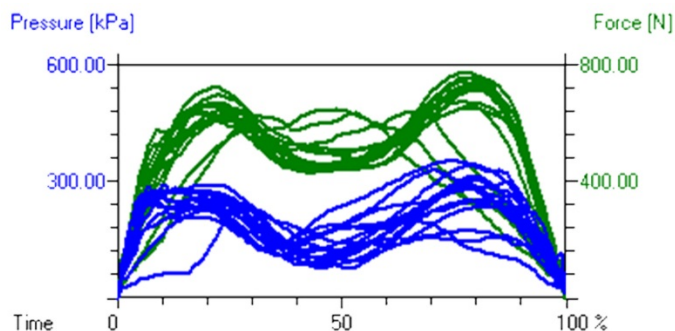
obr. 1 Grafické znázornění měřených ukazatelů v průběhu oporové fáze kroku

Pro srovnání vertikálních reakčních sil na podložce mezi skupinami byly absolutní hodnoty přepočítány na procenta hmotnosti těla (%TH).

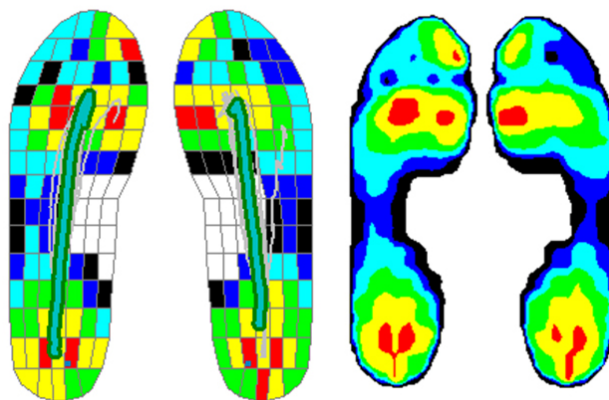
Silové i časové charakteristiky při kontaktu planty s podložkou byly zaznamenány pomocí mobilního systému PedarX, (Novel, Mnichov, GER). Byly zjišťovány dva silové



ukazatele a tři časové. F1 a F2 jsou nejvyšší hodnoty zatížení planty v průběhu v první polovině (absorpční fáze) a druhé polovině (propulsivní fáze) kroku (viz obr. 2, 3). Dále byl hodnocen čas kontaktu planty s podložkou a doba absorpční a propulsivní fáze kroku. Z absolutních hodnot VGR byly vypočítány relativní hodnoty násobku tělesné hmotnosti (nTH), které pomáhají lépe srovnávat interindividuálně síly, které vznikají v interakci s podložkou.



obr. 2 Průběh vertikální reakce v průběhu kontaktu nohy s podložkou



obr. 3 Průběh zatížení chodidla v průběhu kontaktní části kroku s podložkou a nejvíce zatěžované části chodidla (červené oblasti)





## 4.2. Výsledky

U všech žen (viz tab. 4) byl zaznamenán obvyklý průběh reakce plantárních sil na podložce se dvěma vrcholy a jedním snížením mezi nimi. Rozdílné byly absolutní i relativní hodnoty.

tab. 4 Hodnoty silových a časových proměnných u vzorku sledovaných osob (ženy)

		F <sub>1</sub> (N)	% nTH	F <sub>2</sub> (N)	% nTH	t <sub>1</sub> (s)	t <sub>2</sub> (s)
Skupina A	průměr	726	121	658	110	0,30	0,33
	SD	56	15	48	16	0,01	0,03
Skupina B	průměr	709	105	788	117	0,31	0,35
	SD	164	15	157	13	0,04	0,04

Ve skupině A bylo zjištěno 8 žen (16 %) s vyšší hodnotou F<sub>1</sub> než F<sub>2</sub> a 41 žen (84 %) ve skupině B s opačným průběhem silového zatížení planty. Skupina A dosáhla při F<sub>1</sub> relativní hodnotu v první fázi 121 % nTH v průběhu druhé 110 % nTH. Druhá skupina dosáhl v úvodní fázi 105 % a ve druhé 117 % nTH. Pro parametr F<sub>1</sub> byl zjištěn významný rozdíl mezi skupinami A a B, což dokumentuje základní rozdíly v zatížení planty v průběhu kontaktu s podložkou (stance) u sledovaných skupin žen.

Ve druhé (absorpční) fázi se velikost sil více vyrovnala (rozdíl nebyl statisticky významný), protože pokud chtějí obě skupiny udržet svou typickou rychlost chůze, je nutné vytvářet dostatečnou hybnou sílu, a produkovat dostatečně velké síly, které ovlivňují i vertikální reakci podložky.

Ženy s vyšším F<sub>1</sub> v průběhu absorpční fáze dosáhly v průměru kratšího času trvání v obou fázích stance, ovšem tento rozdíl nebyl statisticky významný ve srovnání se skupinou B. Úroveň vztahů trvání stance i jejich fází k silovým projevům obou skupin ženy byly velmi nízké (od  $r = .010$  do  $.015$ ).

Ovšem u žen skupiny A korelovala hmotnost s relativními hodnotami F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> ( $r = -0,795$ ,  $r = -0,625$ ), což naznačuje, že hmotnější jedinci více brzdí při zahájení kroku a hůře využívají setrvačnost hmotnosti těla.

Konstatujeme, že u vybraných parametrů můžeme uvažovat o určitém vztahu průběhu zatížení planty u skupiny A k jejich relativní hmotnosti. U druhé skupiny tyto vztahy nebyly naznačeny. Je pravděpodobné, že osoby s vyšším silovým působením na



podložku provádí méně efektivní chůzi, která se vyznačuje většími rozdíly rychlostí v průběhu pohybového cyklu, současně více zatěžují klouby dolních končetin.

V této pilotní studii jsme zjistili některé zajímavé výsledky, ovšem pro více relevantních výsledků, které mohou více objasnit podstatu rozdílů v zatížení planty v průběhu stance, je potřeba kinematické analýzy a další výzkum s více jedinci.

#### 4.1. Plantografie, obuv a obouvání, biomechanická obuv

Ještě v 18. století se podle odhadů pohybovala spotřeba obuvi na úrovni 0,3 až 0,5 páru ročně (tedy jeden nový pár obuvi za 2 až 3 roky). Větší část populace chodila tehdy bosá. Dnes činí spotřeba obuvi přibližně dva páry na obyvatele Země za rok. Pravidelné obouvání je tedy jevem moderní doby souvisejícím s ekonomickými, sociálními a kulturními změnami. Obouvání, stejně jako mnohé jiné jevy spjaté se zvýšením životní úrovně, kulturností a módy, je dvojitvárné. Zmíněná pozitiva jsou totiž spojena s deformacemi nohou vzniklými též vlivem pravidelného obouvání a nevhodné obuvi.

V posledních deseti letech zaznamenal vývoj obuvnictví významný pokrok, jehož součástí je snaha některých firem alespoň zčásti odstranit negativa obouvání. Objevila se řada nových materiálů, široká nabídka bezpečnostních a zdravotních prvků a nové technologie v konstrukci obuvi a stélek.

nové technologie v konstrukci obuvi a funkční stélky mají zásadní vliv na zmírňování nejčastějších poruch nohou. Ty se často stávají spouštěcím mechanismem pro další komplikace spojené zejména s opěrným a pohybovým aparátem. Celá řada pracovišť se intenzivně věnuje zvyšování užité hodnoty obuvi nápravou nečastějších poruch nohy (plochá noha příčně, či podélně a zmírňováním negativních projevů dalších poruch jako je, vybočená noha, vbočená noha, vyklenutá noha, „koňská noha“, hákovitá noha) a poruch prstů (vybočení prstů, drápkovitý a kladívkový prst). Výsledkem je široká nabídka obuvi pro volný čas, pro sport i do společnosti, nabídka, která současně splňuje náročná kritéria ortopedické obuvi. V současnosti se Fakulta sportovních studií společně Antropologickým ústavem Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity (PřF MU) a externí firmou věnuje vývoji technologie „biomechanické obuvi“ a „biomechanické stélky“. Jejich účinnost umocňuje kombinace řady ortopedických a biomechanických prvků stimulujících přirozenou schopnost nohy optimalizovat stav klenby a prstů. Pozitivní účinky nové technologie se projevují eliminací celé řady vad nohy. Nejzásadnější inovativní prvky jsou

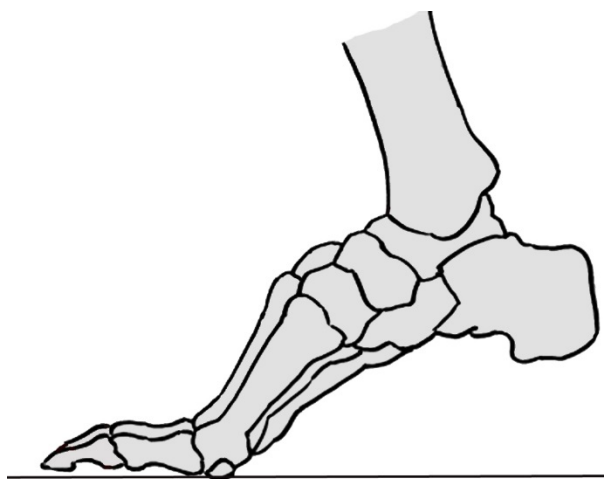


v oblasti nártu, kde je vložen pásek pružné usně, dále v oblasti paty, kde jsou vloženy dva pružné pásky umožňující změny postavení kosti patní a spolu s měkkým podkladem pod patní kostí tvoří velmi efektivní stimul pro iniciaci správného postavení patní kosti a podélné klenby. Dalším prvkem je prohlubeň pod palcovým kloubem, která má za následek rovnoměrnější zapojování všech prstů při chůzi a tedy i stimulaci svalů a vazů tvořících příčnou klenbu.

Při vývoji nové kolekce biomechanické obuvi jsme vycházeli ze základních principů odvíjení kroku a rozložení plantárního tlaku při chůzi. Pohyby se provádějí pomocí různých svalových skupin prostřednictvím kloubů. Nejdůležitějším je kloub mezi hlezenní kostí a holení. Pohyby nohy v tomto kloubu se podle svého směru dělí na dorsalflex (napnutí), plantarflex (ohýbání), supinaci (přiblížení směrem dovnitř) a pronaci (pohyb směrem ven).

Pohybem nohy se zajišťuje jednak přizpůsobení se povrchu během stání a chůze (*mobile adapter*), jednak zvedání a udržení těla – rigidní páka (*rigid lever*). V takzvané poloze *mobile adapter* jsou klouby nohy otevřené a uvolněné, noha je v pronaci a flexibilní. Následnou supinací se uzavře kloub, svaly nohy se napnou, noha se fixuje a přes Achillovu šlachu se uskuteční zvedání. To je funkce *rigid lever*.

Při chůzi se odvíjí noha od podložky, počínaje patou, přes chodidlo po palcovém a malíkovém paprsku nohy až po hlavičky metatarzů a prsty (zejména palec nohy), a pak opouští podložku (viz obr. 4). Pohyb nohy při chůzi můžeme rozdělit do čtyř fází (viz tab. 5).



obr. 4 Poloha chodidla při poslední fázi kroku – opuštění podložky



tab. 5 Pohyb nohy při chůzi

1. fáze	dotek paty – supinace
<p>Když se pata dotkne terénu, nastane mírná supinace a poté silná pronace.</p> <p>Nejlépe je to vidět při běhu, při němž je patní kloub uvolněný, otevřený.</p>	
2. fáze	zatížení – pronace
<p>V okamžiku doteku terénu noha zůstává v uvolněné pozici. Tím získává možnost vyrovnávat síly a přizpůsobit se terénu.</p>	
3. fáze	zatížení – pozice
<p>Kloub se před vykročením napne a noha se dostává z neutrální polohy do polohy supinace.</p>	
4. fáze	nadzvednutí – supinace
<p>Tato fáze vyústí v nadzvednutí těla, kloub se uzavře a noha se dostává do polohy supinace.</p>	

Nové kolekce specializované biomechanické obuvi mají široké rozpětí svého působení. V případě eliminace ploché nohy (viz obr. 5) s typickým snížením podélné nožní klenby se ve druhé a třetí fázi odvíjení kroku aktivuje jednak uvolnění nártní části chodidla, jednak se stimulují plantární svaly (jankou pod palcovým kloubem) působící přímo na posilování podélné klenby po celou dobu kontaktu s podložkou.



Podobně je tomu i při eliminaci příčné ploché nohy, pro kterou je typické zploštění příčné klenby nohy a současné rozšíření chodidla. I zde se aktivuje uvolnění nártní části, které v kombinaci s prohlubní ve střední části palce a se širší stélkou v této oblasti podněcuje zpevňování příčné klenby.

Zcela opačná situace než u příčně či podélně ploché nohy je u nohy vyklenuté. U té bývá podélná klenba výrazně zvýšená. První záprstní kost je strmě postavena, palec nohy je vybočen. Tato porucha velmi omezuje výběr obuvi, protože zvýšená klenba vyžaduje prostornou obuv. I pro tento případ jsou vhodné kolekce speciální obuvi, která zejména díky revolučnímu prvku uvolnění nártní části chodidla a zvýšení patní části zmírňuje tlak na klenbu a zmírňuje tak negativní průvodní jevy popsané výše.

Pro „koňskou nohu“ je příznačné velmi obtížné zvedání nohy do základního postavení. Příčinou tohoto stavu bývá zejména zkrácená Achillova šlacha, což má za následek zvednutý vrchol paty. Opakem (relativně vzácným) je hákovitá (patní) noha, provázená obtížným snížením hřbetu nohy směrem dolů do základního postavení.

I v těchto případech je zajímavým pomocníkem biomechanická obuv, respektující anatomické zvláštnosti těchto poruch.



obr. 5 Tvary chodidla a nohy a) plochá noha; b) vybočená noha; c) koňská noha; d) vbočená noha; e) vyklenutá noha; f) hákovitá noha (zdroj: Cotta, 1995)

Nejčastější nepravidłností v postavení prstů bývá *hallux valgus* – zevní vybočení v kloubu základního článku palce. Tato porucha je často doprovázena bolestivou změnou pohyblivosti v základním kloubu palce. Deformace je skoro vždy provázena příčně plochou nohou, vyskytují se výrůstky a následně tíhové váčky na vnitřní straně hlavičky první



zánártní kůstky. Vzhledem k tomu, že je nová kolekce biomechanické obuvi vybavena výraznou prohlubní ve střední části palce, pomáhá zmírňovat negativní průvodní jevy, zejména bolesti, které ji provázejí.

Podobné vadné postavení s vybočením dovnitř se vyskytuje i na malíčku. Ten bývá přeložen přes čtvrtý prst, což je bolestivé při nošení obuvi. Pro tento případ je biomechanická obuv vybavena širší základnou v přední části boty a mírným valem v oblasti přechodu mezi příčnou klenbou a prsty, který mírně zvedá tři prostřední prsty tak, že malíček se přes prsteníček dále neohýbá a naopak je stimulován jeho posun do normální polohy.



## 5. Vybrané antropometrické a somatické charakteristiky současné české populace

### 5.1. Antropometrie

V tab. 6,7 lze pozorovat výsledky antropometrických měření v rámci projektu „Pohybová aktivita v ČR“ – muži, ženy.

tab. 6 Výsledky antropometrických měření - muži (SD – standardní odchylka)

MUŽI věk	n	Výška (cm)		Délka trupu (cm)			Rozpětí paží (cm)		
		průměr SD	medián (rozpětí)	průměr SD	medián (rozpětí)	relativní (%); SD	průměr SD	medián (rozpětí)	relativní (%); SD
18-29	240	181,3 ±6,5	181,0 162,0-202,0	95,4* ±3,4	95,4* 85,7-107,0	52,63* ±1,23	183,9* ±7,3	183,9* 161,0-204,1	101,46* ±2,23
30-39	152	180,1 ±7,7	179,6 162,8-211,5	94,5 ±3,9	94,0 83,2-109,0	52,50 ±1,34	183,1 ±8,2	183,0 159,2-215,0	101,63 ±2,28
40-49	122	179,5 ±7,0	179,5 161,0-198,0	94,2 ±3,3	93,9 86,2-105,0	52,48 ±1,21	181,9 ±7,6	182,0 163,6-203,4	101,34 ±2,42
50-59	63	177,2 ±6,9	176,3 157,6-192,5	93,4 ±3,4	92,9 86,0-101,5	52,71 ±1,29	180,0 ±8,0	180,5 160,3-201,0	101,59 ±2,65
60-69	61	176,3 ±7,1	175,8 159,8-192,0	92,1 ±3,4	91,7 84,0-99,0	52,27 ±1,30	179,7 ±8,5	180,7 160,4-195,7	101,97 ±2,47
70+	34	171,0 ±8,4	169,8 158,0-198,9	89,0 ±3,9	89,0 82,0-100,9	52,07 ±1,08	173,7 ±8,0	173,8 156,9-193,0	101,62 ±3,04

tab. 7 Výsledky antropometrických měření – ženy (SD – standardní odchylka)

ŽENY věk	n	Výška (cm)		Délka trupu (cm)			Rozpětí paží (cm)		
		průměr SD	medián (rozpětí)	průměr SD	medián (rozpětí)	relativní (%); SD	průměr SD	medián (rozpětí)	relativní (%); SD
18-29	212	169,0 ±6,7	168,8 146,3-185,0	90,1 ±3,4	90,3 81,0-98,8	53,34 ±1,41	168,0 ±7,6	168,4 142,9-194,5	99,39 ±2,29
30-39	165	167,6 ±7,1	167,0 148,0-195,2	89,3 ±3,4	89,1 79,2-103,2	53,31 ±1,15	166,3 ±7,9	165,3 142,3-192,5	99,19 ±2,4
40-49	154	167,6 ±6,0	167,2 152,3-187,0	89,2 ±3,1	88,8 81,5-98,9	53,28 ±1,21	166,6 ±7,1	166,0 146,2-184,5	99,41 ±2,38
50-59	90	165,1 ±6,4	165,5 151,3-183,6	87,8 ±3,2	87,8 80,0-96,9	53,19 ±1,23	164,8 ±7,6	164,1 147,9-189,5	99,82 ±2,66
60-69	119	162,0 ±6,5	162,5 146,3-179,0	86,1 ±3,0	86,0 78,0-93,0	53,18 ±1,33	162,4* ±8,0	162,7* 135,8-181,8	100,23* ±2,85
70+	54	160,4 ±7,9	159,1 148,2-188,4	84,6 ±4,4	84,3 77,9-99,0	52,76 ±1,26	162,8 ±7,9	162,0 148,3-191,7	101,47 ±2,50

### 5.2. Tělesná výška

Tělesná výška populace je velmi citlivým indikátorem kvality života během období růstu. Je ovlivněna změnami klimatu, kvalitou výživy, sociálními nerovnostmi, výskytem



nemocí, hustotou zalidnění (resp. dostupností zdrojů) a řadou jiných faktorů. Protože v minulosti nebyly životní podmínky prakticky nikdy optimální, není překvapivé, že před moderní industriální érou dosahovalo obyvatelstvo Evropy mnohem nižšího tělesného vzrůstu, než by to odpovídalo maximálnímu genetickému potenciálu.

### 5.3. Tělesné proporce

Tělesné proporce se odvozují z relativního poměru tělesných obvodů, délek a šířek k tělesné výšce. V České republice se věnuje jen malý prostor těm tělesným proporcím, které jsou nejvíce geneticky determinovány, tj. délkám končetin. Pravidelné antropologické výzkumy totiž pravidelně studují pouze tělesné obvody a změny rozměrů lebky (viz Bláha a kol. 2005). Délka trupu (výška v sedě) bývá měřena jen do věku 15 let (Bláha a kol. 1999), což ovšem nemůže přinést žádné poznatky o dospělé populaci, protože u dětí v období růstu se relativní délka trupu pronikavě mění (Eveleth & Tanner 1976). V tab. 2a a 2b jsou uvedeny údaje délky trupu u dospělé populace na území České republiky od 70. let. Rozpětí 51,69-52,13% u relativní délky trupu (poměru délka trupu/tělesná výška) českých mužů indikuje, že česká populace by v evropském kontextu spadala spíše mezi dlouhonohé. Relativní délka trupu u žen je podle očekávání vyšší než u mužů (Norton & Olds 1996). Tab. 3 uvádí přehled studií, které se zabývaly dalším základním antropometrickým ukazatelem – rozpětím paží. Data relativního rozpětí paží (poměru rozpětí paží/tělesná výška) se u Pavlíka (1971) a Kovaříka (2011) pozoruhodně shodují (~100%). U žen pozorujeme opět výraznou tendenci ke kratším končetinám a hodnoty relativního rozpětí paží jsou téměř o 2% (tj. cca 3,5 cm) menší než u mužů stejného vzrůstu.

Údaje o tělesných proporcích (viz tab. 8,9) jsou ze sportovního hlediska velmi podstatné, protože determinují genetické předpoklady ke konkrétním sportům. Relativně dlouhé končetiny v poměru k tělesné výšce jsou výhodou v dynamických sportech, zatímco krátké páky končetin se objevují ve sportech silových. Délka nohou také ovlivňuje výšku tělesného těžiště, což může být důležité v aktivitách, které kladou nároky na agilitu (pohyblivost) a rovnováhu. Zmapování tělesných proporcí v české populaci by tedy mohlo být vodítkem pro preferenci určitých sportovních aktivit, ve kterých bychom teoreticky mohli mít větší šanci na mezinárodní úspěch. Vzhledem k tomu, že měření tělesných proporcí klade mnohem vyšší nároky na preciznost než měření tělesné výšky a může při něm snadno dojít k chybám (zejména v případě délky trupu, pokud měřená osoba nezaujímá dostatečně napřímenou polohu, nebo pokud měření probíhá v improvizovaných podmínkách, bez pevného podkladu), byla mu v našem výzkumu věnována obzvláštní pozornost.





tab. 8 Složení těla – muži, uvedeni jsou jen muži, u kterých byly dostupné všechny parametry

věk	n	výška	hmotnost	fitness	kosterní svalstvo		tuk	BMI	Minerály	
		(cm)	(kg)	skóre	(kg)	(%)	(%)		(kg)	(%)
18-29	112	181,0 ±6,5	79,0 ±10,7	84,6 ±7,2	38,7 ±4,6	49,2 ±2,8	13,7 ±5,9	24,2 ±3,0	4,6 ±0,6	5,8 ±0,4
30-39	66	179,0 ±8,1	82,3 ±13,6	80,9 ±7,4*	37,6 ±5,4	46,0 ±4,0	18,8 ±6,9	25,6 ±3,9	4,5 ±0,7	5,5 ±0,5
40-49	49	179,5 ±6,6	86,7 ±11,5	81,7 ±6,9	38,5 ±5,1	44,5 ±3,1	21,3 ±5,2	26,9 ±2,6	4,6 ±0,6	5,3 ±0,3
50-59	24	176,6 ±6,7	81,4 ±11,1	79,1 ±5,1	35,9 ±4,4	44,3 ±2,9	21,4 ±5,3	26,0 ±3,1	4,3 ±0,6	5,3 ±0,4
60-69	17	175,1 ±7,9	83,1 ±15,9	76,5 ±9,3	34,7 ±4,5	42,4 ±5,3	24,1 ±9,2	27,8 ±4,7	4,2 ±0,5	5,2 ±0,7
70+	13	169,1 ±5,6	83,5 ±11,3	70,4 ±6,9	32,3 ±3,6	38,8 ±2,7	29,5 ±5,1	28,7 ±3,6	3,9 ±0,5	4,7 ±0,4

tab. 9 Složení těla – ženy, uvedeni jsou jen ženy, u kterých byly dostupné všechny parametry

věk	n	výška	hmotnost	fitness	kosterní svalstvo		tuk	BMI	Minerály	
		(cm)	(kg)	skóre	(kg)	(%)	(%)		(kg)	(%)
18-29	91	169,4 ±7,0	64,5 ±10,2	75,7 ±5,8	26,3 ±4,3	41,0 ±3,6	25,4 ±6,3	22,4 ±3,1	3,4 ±0,5	5,3 ±0,4
30-39	67	167,5 ±7,0	67,3 ±12,7	75,9 ±5,3	27,0 ±4,5	40,0 ±4,1	26,7 ±7,3	23,9 ±4,0	3,4 ±0,5	5,1 ±0,5
40-49	52	168,4 ±5,8	68,8 ±10,7	76,1 ±6,1	27,0 ±4,0	39,4 ±3,8	28,4 ±6,5	24,3 ±3,6	3,5 ±0,5	5,1 ±0,4
50-59	32	164,1 ±6,0	68,0 ±12,6	72,3 ±5,0	25,2 ±4,5	37,3 ±3,4	31,7 ±6,0	25,0 ±3,7	3,2 ±0,5	4,8 ±0,4
60-69	52	160,7 ±6,3	70,2 ±11,6	71,2 ±8,8	24,8 ±4,1	35,6 ±4,1	34,4 ±7,4	27,0 ±4,2	3,2 ±0,5	4,6 ±0,6
70+	22	160,1 ±8,7	70,6 ±11,1	67,7 ±6,3	23,6 ±2,9	33,8 ±4,0	37,4 ±7,4	28,0 ±4,1	3,1 ±0,4	4,4 ±0,5

## 5.4. Tělesné proporce a složení těla

Protože některé studie uvádějí závislost mezi relativní délkou trupu a hodnotami BMI (viz např. Norgan 1994; Bogin & Beydounová 2007), vyšetřili jsme tento vztah u 178 mužů a 153 žen v kategorii 18-39 let, u nichž byly obě hodnoty dostupné. Takový vztah však v našich souborech existuje pouze u žen a jeho r-hodnota je dosti nízká (muži:  $r=0.08$ ;  $p=0.31$ ; ženy:  $r=0.24$ ;  $p=0.002$ ). Teoreticky by BMI mělo u dlouhonohých osob klesat. Norgan (1994) dokonce při srovnávání 18 000 osob z různých etnických skupin odhadl, že každá změna relativní délky trupu o 1% vede ke změně BMI o 0,9 kg/m<sup>2</sup>, byť s velkou variací uvnitř a mezi etnickými skupinami. V našem souboru žen roste BMI s každým 1% relativní



délky trupu o cca 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Naopak BMI u mužů zůstává konstantní i u dlouhonožých, vysokých jedinců. Tyto výsledky do jisté míry kopírují vztah mezi tělesnou výškou a BMI (zkoumaný v předchozí kapitole), který je u obou pohlaví statisticky nevýznamný, ale u žen je zřetelně silnější. U žen tedy existuje jistá mírná tendence k vyššímu BMI s klesající výškou a rostoucím podílem délky trupu.

Chybění výše uvedených závislostí v našem mužském vzorku patrně vyplývá ze skutečnosti, že s rostoucí výškou u mužů narůstá % podíl svalstva na tělesné hmotnosti ( $r=0.20$ ;  $p=0.009$ ), klesá % podíl tuku ( $r=-0.17$ ;  $p=0.02$ ) a roste % podíl minerálů, tj. kostní hmoty ( $r=0.27$ ;  $p=0.0003$ ). Podíl minerálů negativně koreluje s relativní délkou trupu ( $r=-0.17$ ;  $p=0.02$ ), což znamená, že dlouhonoží (a vysocí) jedinci mají více kostní hmoty. Relativní rozpětí paží se žádným indikátorem složení těla nespojuje. Podíl svalstva roste s rostoucí výškou také u studovaných žen ( $r=0.30$ ;  $p=0.0002$ ) a shodně klesá i podíl tuku ( $r=-0.25$ ;  $p=0.002$ ). Vyšší relativní délka trupu se pojí s vyšším % tuku ( $r=0.16$ ;  $p=0.04$ ). Linearita těchto vztahů je ovšem velmi malá, takže nelze zcela vyloučit, že některé z nich představují pouze statistické artefakty.

## 5.4. Tělesné proporce a sport

Naměřené hodnoty tělesných proporcí velmi jasně dokládají, že česká populace má přirozené předpoklady spíše ke sportům silové povahy, kde hrají roli kratší páky končetin. Vezmeme-li dále v úvahu tělesný vzrůst a typické hodnoty BMI, které jsou u českých olympioniků v evropském srovnání konzistentně mírně nadprůměrné (viz Grasgruber & Hrazdíra 2012), leží největší potenciál českých sportovců hlavně v silově-dynamických aktivitách spojených s vysoce nadprůměrnou tělesnou výškou. Jedná se především o veslování, těžké váhy úpolových sportů (karate, taek-wondo, box, judo, zápas), v atletice především desetiboj, oštěp a disk. Z dalších je možno jmenovat plavání, šerm, dráhovou cyklistiku, kanoistiku, silové sporty (a to spíše powerlifting než vzpírání, v němž nehraje tělesná výška takovou roli), v atletice skok vysoký, trojskok, vrhy a hody, sprinty na 110 m př. a 400 m/400 m př. Relativně kratší končetiny však samozřejmě mohou být do jisté míry vykompenzovány absolutní délkou, která vyplývá z mimořádné výšky Čechů. Tělesný vzrůst, který je obecně naší největší výhodou v globálním kontextu, nám tedy přináší univerzální prospěch.



## 5.5. Závěr

Antropometrická data z našeho výzkumu nelze považovat za reprezentativní pro celou Českou republiku, protože více než polovina měřených osob pocházela z relativně bohatého Jihomoravského kraje. Lze tedy očekávat, že zjištěné hodnoty tělesné výšky u 18-29letých (181,3 cm u mužů, 169,0 cm u žen) nadhodnocují celonárodní průměr. O tom také svědčí fakt, že vzrůst generací, které se v minulosti účastnily celostátních antropologických průzkumů, je asi 1 cm nad tehdejšími celonárodními výsledky. Námi dokumentované průměry u 18-19letých jsou však už 182,4 cm a 169,5 cm, takže data z našeho výzkumu (u 18-29letých) možná nejsou diametrálně odlišná od současného stavu v této věkové kategorii. Nejdůležitějším poznatkem je v každém případě skutečnost, že tělesná výška u námi měřených souborů nejeví známky stagnace, což by znamenalo, že sekulární trend v naší zemi stále pokračuje.

Analýza klíčových determinantů sekulárního trendu v současné Evropě dokládá, že největší rezervy České republiky leží v kvalitě výživy, která by se měla více orientovat na mléko a mléčné produkty, resp. vydatnou suplementaci vápníkem během růstu u dětí. Pokles spotřeby červených mas po roce 1989 byl sice možná pro naši populaci zdravotním přínosem, ovšem jejich kompenzace masem drůbežím je z pohledu optimálního tělesného růstu jednoznačně krokem zpět. Velká pozornost by měla být věnována spotřebě obilovin, protože jejich nadměrný příjem má značně negativní dopad na celkovou kvalitu výživy a zřejmě má v dlouhodobém horizontu i závažné následky zdravotní.

Dokumentované informace o antropometrických charakteristikách české populace by mohly být prakticky využity při racionálním plánování talentových programů. Kombinace vysoce nadprůměrného vzrůstu, nadprůměrných hodnot BMI a krátkých končetin je vhodná pro sporty silové a zejména silově-dynamické povahy, ve kterých hraje podstatnou roli fyzický vzrůst (těžké váhy úpolových sportů, veslování, desetiboj, oštěp, disk). Je naopak zcela nevhodná pro vytrvalostní sporty a jiné aktivity, které se vyznačují kombinací menšího vzrůstu a spíše štíhlé fyzické stavby (dlouhé běhy, gymnastika, skoky do vody). Fundamentálním poselstvím naší studie je zaměřit se pomocí jednoduché výživové strategie na další zvýšení tělesné výšky českých mužů a žen, což se může v budoucnu univerzálně promítnout do mezinárodních sportovních úspěchů.