

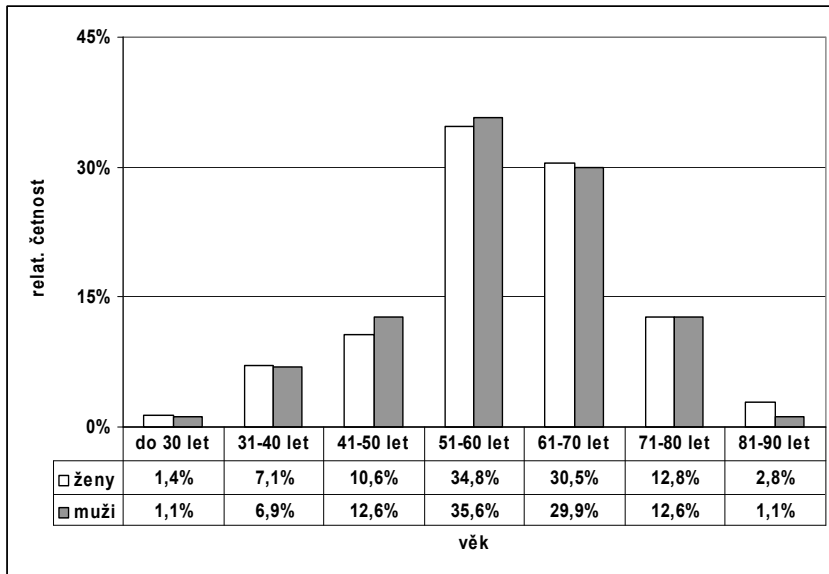
#### **4.3.6 Výška nožní klenby u funkčních subtypů nohy**

Cílem našeho výzkumu (Vařeka & Vařeková, 2008) bylo ověřit klinická pozorování v rozdílech výšky klenby u kompenzovaných, resp. flexibilních a nekompenzovaných funkčních subtypů nohy dle Roota.

Pracovní hypotézou byl předpoklad, že kompenzované, resp. flexibilní, subtypy nohy dle Roota mají nižší podélnou klenbu než u subtypy nekompenzované, resp. rigidní.

Testovaný soubor tvořilo celkem 228 probandů, 141 žen (17–85 let;  $x = 58,8$ ;  $SD = 12$ ) a 87 mužů (22–86 let;  $x = 58,7$ ;  $SD = 11,91$ ).

**Graf 1 Zastoupení mužů a žen v hlavních věkových dekadách**



Z grafu 1 je zřejmé, že zastoupení mužů a žen v jednotlivých věkových dekadách je téměř shodné, převážně šlo o probandy ve věku 50–70 let, resp. 40–80 let, u kterých byl v rámci celkového kineziologického vyšetření zhotoven statický otisk plošky pomocí membránového podoskopu. Nezávisle na něm bylo provedeno hodnocení funkčního typu nohy dle Roota. Toto funkční hodnocení bylo prováděno jedním hodnotitelem kontinuálně po celou dobu výzkumu. Na konci celého období byly shromážděné otisky nohou vyhodnoceny metodou Chippaux-Šmirákova indexu (CSI).

CSI byl k hodnocení podélné klenby vybrán proto, že velmi dobře koreluje s rentgenologickým hodnocením klenby a zároveň jde o velmi jednoduché měření (Maes, Andrienne, Burny, 2004, Mathieson, Upton, Prior, 2004). Použitá metodika vycházela z popisu Klementy (1987) a při hodnocení CSI byl stanoven poměr nejmenší šířky střední části otisku (MF) k největší šířce předonoží (FF), tedy MF/FF. Podle Klementy (1987) mají být oba rozměry měřeny na kolmici k laterální tečně plantogramu. Podíl MF/FF bývá obvykle násoben 100 a tak převeden na %. Vyšší hodnoty CSI znamenají relativně širší středonoží vzhledem k předonoží, což je považováno za indikátor nižší klenby. V naší práci byl ke statistickému zpracování použit pouze podíl MF/FF. Hodnoty nejmenší šířky předonoží byly stanoveny na kolmici k laterální tečně otisku. Šířka přední části otisku byla měřena na spojnici laterálního a mediálního tečného bodu předonoží. Rozdíl oproti měření na tečně

k laterální tečně je přibližně 1–2 mm, ale zde použité měření je jednodušší. Přestože CSI hodnotí především podélné klenutí, je v dalším textu pro stručnost používán termín nožní klenba, tak jak je v literatuře běžné.

Při stanovení funkčního typu a subtypu dle Roota bylo provedeno nejdříve vizuální hodnocení dolních končetin u stojícího probanda pohledem zezadu. Poté se proband položil na vyšetřovací lůžko na břicho tak, že dolní končetiny překrývaly okraj zhruba dolní třetinou. Nevyšetřovanou končetinu proband pokrčil a položil patou na úroveň popliteální jámy vyšetřované dolní končetiny. Neutrálního postavení subtalárního kloubu bylo určeno palpační metodou – palcem a ukazovákem jedné ruky byla nahmatána hlavička talu na mediální a laterální straně. Druhá ruka pohybovala nohou tak dlouho, až byl talus na mediální a laterální straně stejně palpovatelný. Zároveň tlak palce druhé ruky na plantu pod hlavičkou V. metatarzu vyvolal dorziflexi, která uzamknula transverzotarzální kloub. Poté bylo vizuálně hodnoceno postavení zánoží vzhledem k ose bérce a postavení předonoží vzhledem k zánoží (McPoil, Brocato; 1990; Sutherland, 1996). Pro účely této práce byly stanovovány 3 funkční typy – varózní zánoží, varózní předonoží, valgózní předonoží. Při porovnání nálezu na odlehčené a zatížené noze byl dále stanoven kompenzovaný (resp. flexibilní) a nekompenzovaný (resp. rigidní) subtyp, nejednoznačný nálezu byl považován za přechodný subtyp. Jako neutrální typ byla označena noha, která nevykazovala zřetelné odchylky v postavení zánoží a předonoží (Tabulka 13).

**Tabulka 13 Funkční typy a subtypy nohy dle Roota**

<b>Typ</b>	<b>Subtyp</b>	<b>Zkratka</b>
<b>varózní zánoží</b> <b>RFvar</b>	kompenzované	RFvarC
	částečně kompenzované	RFvarP
	nekompenzované	RFvarN
<b>varózní předonoží</b> <b>FFvar</b>	kompenzované	FFvarC
	částečně kompenzované	FFvarP
	nekompenzované	FFvarN
<b>valgózní předonoží</b> <b>FFvalg</b>	flexibilní	FFvalgF
	semiflexibilní	FFvalgS
	rigidní	FFvalgR
<b>neutrální typ</b> <b>N</b>		<b>N</b>

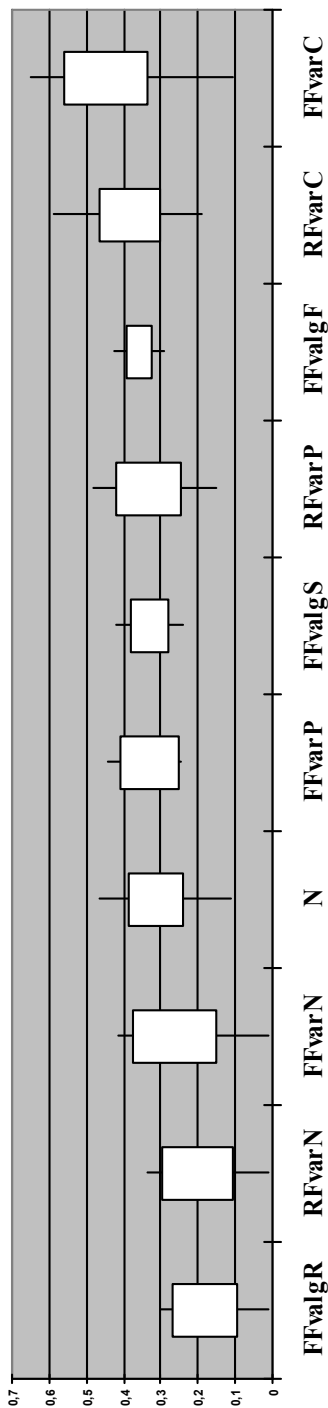
V rámci zjednodušení dělení nebyl stanovován typ supinované předonoží (viz 4.3.3.1) a odpovídající nálezu byl hodnocen jako varózní předonoží. Obdobně byl nálezu plantárně flektovaného prvního paprsku hodnocen jako valgózní předonoží. U flexibilního valgózního předonoží nebyly

rozlišovány subtypy a všechny nálezy byly považovány za subtyp A (viz 4.3.4).

V programu Statistica 6.0 byla k testování statistické významnosti rozdílů ve výšce klenby použita jednofaktorová a dvoufaktorová analýza rozptylu a post-hoc Fisherův LSD test. K testování rozdílu výskytu funkčních typů u mužů a žen byl použit test porovnání relativních četností. Za statisticky významné byly považovány rozdíly na hladině  $p < 0,05$ .

Grafy 2 a 3 ukazují funkční subtypy u probandů bez rozdílu pohlaví seřazené dle průměrné hodnoty Chippaux-Šmiráková indexu (CSI) pro pravou nohu (graf 1) a levou nohu (graf 2). Tabulky 14 a 15 doplňují absolutní četnosti, aritmetické průměry a směrodatné odchylky. Je zřejmé, že hodnoty průměrů CSI u jednotlivých subtypů mírně liší pro levou a pravou nohu, pořadí subtypů je ale v obou případech stejné. Statistickou významnost rozdílů průměrných hodnot CSI mezi jednotlivými subtypy shrnuje tabulka 16.

**Graf 2 Funkční subtypy seřazené dle průměrné hodnoty Chippaux-Šmirákova indexu – pravá noha**

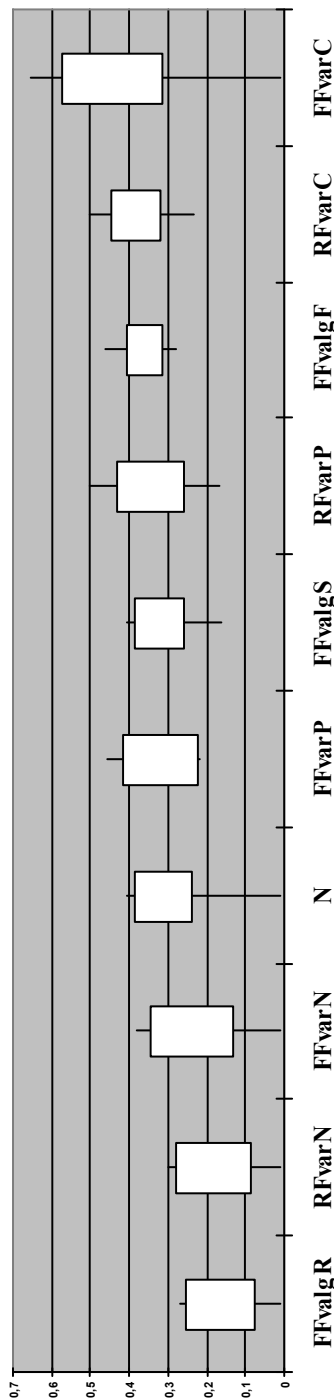


**Tabulka 14 Funkční subtypy seřazené dle průměrné hodnoty CSI – pravá noha**

	FFvalgR	RFvarN	FFvarN	N	FFvarP	FFvalgS	RFvarP	FFvalgF	RFvarC	FFvarC
<b>n</b>	20	16	10	38	4	15	26	32	44	23
<b>M</b>	0,18	0,2	0,26	0,311	0,326	0,327	0,329	0,356	0,383	0,447
<b>SD</b>	0,091	0,098	0,117	0,078	0,081	0,054	0,089	0,038	0,084	0,114

Vysvětlivky: n – abs. četnost, M – arit. průměr, SD – směr. odchylka, další zkratky viz tabulka 14, statistická významnost rozdílů viz tabulka 13

**Graf 3 Funkční subtypy seřazené dle průměrné hodnoty Chippaux-Šmirákova indexu – levá noha**



**Tabulka 15 Funkční subtypy seřazené dle průměrné hodnoty CSI – levá noha**

	FFvalgR	RFvarN	FFvarN	N	FFvarP	FFvalgS	RFvarP	FFvalgF	RFvarC	FFvarC
<b>n</b>	20	16	10	38	4	15	26	32	44	23
<b>M</b>	0,162	0,18	0,236	0,311	0,317	0,319	0,34	0,357	0,381	0,442
<b>SD</b>	0,091	0,097	0,11	0,076	0,098	0,066	0,088	0,048	0,065	0,133

Vysvětlivky: n – abs. četnost, M – arit. průměr, SD – směr. odchylka, další zkratky viz tabulka 14, statistická významnost rozdílu viz tabulka 13

**Tabulka 16** Pořadí funkčních subtypů dle hodnot CSI

				<b>FFvarC</b>	
				<b>RFvarC</b>	*
		<b>FFvalgF</b>	ns	ns	**
		<b>RFvarP</b>	ns	dx*	sin** dx***
	<b>FFvalg</b> <b>S</b>	ns	ns	sin(*)	sin*** dx**
	<b>FFvarP</b>	ns	ns	ns	*
	<b>N</b>	ns	ns	**	***
	<b>FFvarN</b>	sin(*)	ns	sin*** dx**	***
	<b>RFvarN</b>	ns	sin*** dx**	***	***
	<b>FFvalgR</b>	ns	***	***	***

Vysvětlivky: subtypy seřazeny dle průměrné hodnoty indexu Chippaux-Šmirák (viz grafy 1 a 2), ns – nesignifikantní, (\*)  
 p < 0,06 (nesignifikantní); \* p < 0,05 \*\* p < 0,01 \*\*\* p < 0,001 Fisherův LSD test; sin – vlevo, dx – vpravo, další zkratky  
 viz tabulka 13

Výsledky poměrně přesvědčivě prokázaly původní předpoklad o existenci rozdílů ve výšce podélné klenby mezi jednotlivými funkčními subtypy. Tyto lze na základě průměrných hodnot CSI rozdělit do tří podskupin – kompenzované (resp. flexibilní), dále přechodné a nakonec nekompenzované (resp. rigidní) subtypy. Na pravé straně spektra s vysokou hodnotou CSI (tedy nižší podélnou klenbou) se nacházejí kompenzované (resp. flexibilní) subtypy, tedy FFvarC, RFvarC a FFvalgF. V rámci této skupiny má FFvarC zároveň statisticky významně vyšší hodnotu CSI (a tedy nižší podélnou klenbu) než FFvalgF a RFvarC. Na opačné pravé straně spektra s nízkou hodnotou CSI se nacházejí nekompenzované (resp. rigidní) subtypy, FFvalgR, RFvarN a FFvarN, mezi kterými nejsou statisticky významné rozdíly v hodnotě CSI. Ve střední části spektra leží přechodné typy – RFvarP, FFvarP a FFvalgS. Také mezi těmito subtypy nejsou statisticky významné rozdíly v průměrné hodnotě CSI. Normální funkční typ lze na základě průměrné hodnoty CSI zařadit do střední skupiny, spíše k levé straně.

Dále bylo testováno, zda zjištěný rozdíl mezi kompenzovanými a nekompenzovanými subtypy platí obecně, nebo je rozdíl mezi muži a ženami

**Tabulka 17 Vliv pohlaví na vztah subtypu nohy a hodnoty Chippaux-Šmirákova indexu**

	CSI_R		CSI_L	
	F	p	F	p
<b>Pohlaví</b>	0,953	0,330	2,098	0,149
<b>Subtyp nohy</b>	<b>24,810</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>28,371</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Pohlaví*Subtyp</b>	1,579	0,156	1,370	0,229

Vysvětlivky: CSI\_R(L) – index Chippaux-Šmirák vpravo (vlevo), F – hodnota testovacího kritéria ANOVA, p – hladina statistické významnosti, Pohlaví\*Subtyp – interakce faktorů pohlaví a subtyp nohy

Tabulka 17 ukazuje vliv pohlaví probanda, subtypu nohy a vzájemné interakce obou těchto faktorů na hodnotu CSI. V tomto případě nebyly zavzaty přechodné subtypy, tedy RFvarP, FFvarP a FFvalgS. Z výsledků je zřejmé, že pohlaví probanda nemělo vliv na hodnotu indexu CSI a tedy na výšku nožní klenby, stejně tak neměla na hodnoty indexu CSI vliv ani interakce faktorů pohlaví a subtyp nohy. Naopak vztah mezi subtypem nohy a hodnotou CSI byl statisticky vysoce významný.



Také tabulka 18 dokumentuje nezávislost mezi pohlavím a hodnotou CSI. Aní v tomto případě ale nebyly do testování zavzaty přechodné subtypy.

**Tabulka 18 Vztah mezi pohlavím a hodnotou Chippaux-Šmiřákova indexu**

	CSI_R		CSI_L	
	muži	ženy	muži	ženy
<b>M</b>	0,328	0,325	0,329	0,315
<b>muži</b>		0,8159		0,289
<b>ženy</b>	0,8159		0,289	

Vysvětlivky: CSI\_R(L) – index Chippaux-Šmiřák vpravo (vlevo), M – aritmetický průměr; Fisherův LSD test

Výsledky odpovídají popisům chování klenby při zatížení u jednotlivých funkčních subtypů nohy během krokového cyklu. V rámci snímání statického plantogramu sice noha neabsolvuje celou opornou fázi krokového cyklu, nicméně její statické postavení přibližně odpovídá počátku období střední opory. Zatížení nohy má za následek oploštění mediálního oblouku – distální část kalkanu a báze I. metatarzu klesají k podložce. Také talus klesá k podložce a zároveň se relativně posunuje dorzolaterálně po více klesajícím kalkanu, člunková kost klesá a zároveň relativně stoupá po klesající hlavici talu, kuneonavikulární a kuneometatarzální klouby se otevírají dolů. Laterální oblouk se také oploští – klesá distální část kalkanu, stejně tak kuboideum a V. metatarz, kalkaneokuboidní a kuboideometatarzální klouby se otevírají dolů. Přední oblouk se oploští a rozšíří, metatarzy se vzdalují od osy představované II. metatarzem. Celé zánoží se posune do addukce (v transverzální rovině), pronace a lehké flexe, talus a laterální tuber kalkanu se posunou mediálně. Předonoží se také posune do pronace (vzhledem ke svému původnímu postavení), ale méně než zánoží, takže se vzhledem k němu dostává do relativní abdukce, extenze a supinace. Důsledkem toho je torze v Chopartově kloubu. Tento obecný mechanismus je modifikován v závislosti na funkčním typu, resp. subtypu.

**Kompenzované varózní zánoží** s dostatečnou kompenzační pronací v subtalárním kloubu, umožňuje kontakt mediálního okraje nohy s podložkou. Pronace zánoží je velmi rychlá a přetrvává po celou opornou fázi. Podélná nožní klenba je tak snižena, čemuž odpovídá vyšší hodnota Chippaux-Šmiřákova indexu našich probandů. Naopak u **nekompenzovaného varózního zánoží** nedochází k pronaci v subtalárním kloubu, takže při došlapu zůstává trvale zatížení na laterálním kraji nohy. Jako náhradní kompenzační mechanismus se plantárně flektuje I.

paprsek (McPoil & Brocato, 1990; Valmassy, 1996), což vede k akcentaci mediálního oblouku. Kapandji (1987) popisuje, že během supinace (inverze) v subtalárním kloubu v uzavřeném kinematickém řetězci klouže kost loďkovitá a krychlová okolo této osy mediálně a plantárně (ve směru podélné osy kloubní plochy hlavice talu). Kost loďkovitá se přitom pohybuje vzhledem k hlavici talu mediálně a plantárně, což je mimo jiné dáno i tahem m. tibialis posterior, který se na ni upíná. Pohyb je omezen napětím lig. talonaviculare dorsale a dochází k prohloubení mediálního oblouku. Kost loďkovitá se zároveň pohybuje vzhledem ke kosti patní, ke které ji přibližuje tah m. tibialis posterior. Také výše uvedená kompenzační plantární flexe I. paprsku je zároveň spojena se zvýšenou dorzální flexí v I. MTP, která prostřednictvím *kladkového mechanismu* plantární aponeurózy přispívá k akcentaci podélné klenby. To vše je v souladu s nálezem nižších hodnot Chippaux-Šmirákova indexu u nekompenzovaného varózního zánoží.

Pro **kompenzované varózní předonoží** je při došlapu typická hyperpronace v subtalárním kloubu s valgozitací paty, což má za následek *odemknutí* transverzotarzálního kloubu a oploštění podélné klenby nohy. Vzhledem k tomu, že v tomto případě dochází k ještě výraznější kompenzační pronaci než u kompenzovaného varózního zánoží, mělo by být výraznější i oploštění podélné klenby. V souladu s tímto předpokladem je náš nález statisticky významně nejvyšší hodnoty Chippaux-Šmirákova indexu ze všech subtypů. U **nekompenzovaného varózní předonoží** k tomuto odemknutí a oploštění podélné klenby nedochází, což je opět ve shodě s naším nálezem nízké hodnoty Chippaux-Šmirákova indexu.

**Flexibilní valgózní předonoží** se vyznačuje dostatečnou možností supinace předonoží kolem podélné osy transverzotarzálního kloubu, takže předonoží může při zatížení dosáhnout podložky. Nevyžaduje tedy při zatížení kompenzační supinaci v subtalárním kloubu. Supinace v transverzotarzálním kloubu ale *odemyká* předonoží, které pak hůře odolává zatížení v období střední opory a období odrazu. Mediální oblouk nohy při zatížení kolabuje, což se klinicky projeví výrazným rozdílem ve výšce mediálního oblouku nožní klenby při odlehčení a zatížení. Pronace zánoží přetrvává po celou fázi opory a i při zahájení zvedání paty k odrazu. U našich probandů tomu odpovídají vyšší hodnoty Chippaux-Šmirákova indexu. U **rigidního valgózního předonoží** nedochází ke kompenzační supinaci kolem dlouhé osy transverzotarzálního kloubu. K tomu aby předonoží kontaktovalo podložku celou plochou je potřebná kompenzační supinace kalkaneu. Při došlapu dochází k přetížení laterálního okraje nohy (mimo jiné i pro nižší schopnost rigidní struktury absorbovat zatížení při došlapu). Při analýze chůze je zřetelná supinace zánoží při došlapu (někdy již před kontaktem paty s podložkou) a akcentovaný mediální oblouk nožní klenby v odlehčení i při zatížení. V našem souboru

měli probandi s tímto subtypem nohy nejnižší průměrnou hodnotu Chippaux-Šmirákova indexu a tedy nejvyšší podélnou klenbu.

Všechny výsledky potvrzují, že vliv pohlaví je prakticky zanedbatelný ve vztahu k rozdílům mezi kompenzovanými (resp. flexibilními) a nekompenzovanými (resp. rigidními) subtypy v hodnotě Chippaux-Šmirákova a tedy výšce podélné klenby.

Výsledky potvrdily původní předpoklady o rozdílech výšky podélné klenby mezi jednotlivými funkčními typy a subtypy nohy. Kompenzované (resp. flexibilní subtypy) mají statisticky významně nižší podélnou klenbu než kompenzované (resp. rigidní) subtypy, což odpovídá dříve publikovaným kineziologickým popisům (Hunt, 1990; Magee, 1992; Pratt, 1996; Valmassy, 1996). Vliv pohlaví je v tomto případě zanedbatelný. Analýza plantogramu může do jisté míry pomoci při odhadu stupně kompenzace či flexibility v rámci jednotlivých funkčních typů nohy. Samo o sobě však nemůže nahradit vlastní aspekci a fyzikální vyšetření nohy vyšetřujícím, který je dobře seznámen s funkční anatomíí a kineziologií nohy.