

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2006

Martin Marko

**Univerzita Karlova Praha**

**Přírodovědecká fakulta**

Katedra antropologie a genetiky člověka

**Tělesná stavba a držení těla u souboru  
hokejistů ve věku 18 – 26 let**

Vedoucí práce: RNDr. Blanka Vacková, CSc.

Vypracoval: Martin Marko

Praha 2006

**Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a používal jsem uvedenou literaturu a zdroje informací. Svoluji k zapůjčení diplomové práce s tím, že použité informace budou řádně citovány.**

**Martin Marko**

### **Poděkování:**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat lidem, kteří mi pomáhali při zpracování této diplomové práce jak odborným vedením, tak morální a psychickou podporou. Děkuji RNDr. Blance Vackové, CSc. za zadání a trpělivost při vedení diplomové práce a morální podporu, dále všem trenérům, hráčům, studentům a kamarádům, kteří poskytli svůj čas na získání potřebných dat. Velký dík patří také všem příbuzným a přítelkyni, kteří mi byli po celou dobu zpracování této práce velkou oporou.

## Obsah:

Úvod	8
1 Teoretická část	9
1.1 Cíle práce	9
1.2 Fylogenetický a ontogenetický vývoj páteře, anatomie páteře	11
1.2.1 Fylogenetický vývoj páteře	11
1.2.2 Ontogenetický vývoj páteře	12
1.2.3 Anatomie páteře	13
1.2.4 Stavba obratle	15
1.2.4.1 Tělo obratle	15
1.2.4.2 Oblouk obratle	15
1.2.4.3 Obratlové výběžky	16
1.2.4.4 Obratle krční	16
1.2.4.5 Obratle hrudní	18
1.2.4.6 Obratle bederní	19
1.2.4.7 Kost křížová ( <i>os sacrum</i> ) a kost kostrční ( <i>os coccygis</i> )	20
1.2.5 Spojení na páteři	21
1.2.5.1 Meziobratlové ploténky	21
1.2.5.2 Vazy páteře	21
1.2.5.3 Kloubní spojení páteře	23
1.3 Zádové svaly	24
1.3.1 Svaly heterochtonní	25
1.3.2 Svaly autochtonní	28
1.4 Držení těla	37
1.4.1 Vývoj vzpřímeného držení těla	37
1.4.2 Správné a vadné držení těla	39
1.4.3 Přehled nejčastějších oslabení, která vedou k vadnému držení těla	41
1.4.4 Energetická kritéria držení těla	41
1.4.5 Strukturální základ držení těla a jeho řízení	42
1.4.6 Morfologické předpoklady držení těla	43
1.5 Úchytky od správného vývoje páteře, deformity páteře	45
1.5.1 Úchytky od správného vývoje páteře	45
1.5.2 Deformity páteře	45
1.5.3 Deformity páteře v rovině frontální – skoliózy	47
1.5.3.1 Charakteristika skoliózy	47
1.5.3.2 Dělení skolióz	49
1.5.3.3 Jiné způsoby dělení skolióz	52
1.5.3.4 Idiopatická skolióza (IS)	53
1.5.3.5 Výskyt skoliózy a její prognóza	60
1.5.3.5.1 Výskyt skoliózy	60
1.5.3.5.2 Výskyt IS podle věku	60
1.5.3.5.3 Prognóza	61
1.5.3.6 Způsoby léčby IS skoliózy	61
1.6 Vyšetřování vadného držení těla	62
1.6.1 Kvalitativní vyšetření	62
1.6.2 Kvantitativní vyšetření	63
1.7 Lateralita v motorice	65
1.8 Hmotnost těla	66
1.8.1 Tělesné složení	66

1.8.2 Tuková frakce	67
1.8.3 Distribuce tuku	69
1.8.4 Hodnocení optimální tělesné hmotnosti	70
1.9 Hodnocení flexibility (pohyblivosti)	74
1.9.1 Flexibilita	74
1.9.2 Pohyb páteř	76
1.9.3 Test dosahu (hluboký předklon)	77
2 Fyziologie hokejistů	78
3 Materiál a metoda	79
3.1. Materiál	79
3.2 Metoda	80
3.2.1 Vyšetření probanda	80
3.2.2 Měření antropometrické charakteristiky	81
3.2.3 Charakteristika jednotlivých antropometrických hodnot	83
3.2.3.1 Tělesná hmotnost	83
3.2.3.2 Antropometrické body	83
3.2.3.3 Definice výškových a šířkových rozměrů	84
3.2.3.4 Měření tloušťky kožních řas	85
3.2.3.5 Měření Adamsova úhlu	85
3.2.3.6 Test laterality	87
3.2.3.7 Test přesnosti spolehlivosti měření	88
3.3 Statistické zpracování	89
3.3.1 Základní statistické charakteristiky	89
3.3.2 Normalizační indexy	89
3.3.3 Testování hypotéz	90
3.3.3.1 Testovací metody parametrické a neparametrické	91
3.3.3.2 Jednovýběrový t-test	92
3.3.3.3 Testování normálního rozdělení	92
3.3.3.4 Dva nezávislé náhodné výběry	92
3.3.3.5 Korelační analýza	92
4 Výsledková část	93
4.1 Normalizační indexy	93
4.2 Porovnání $N_i$ souboru hokejistů a $N_j$ kontrolního souboru	98
4.3 Rozdíly bilaterálně měřených rozměrů souboru hokejistů a kontrolního s.	99
4.3.1 Hodnocení bilaterálně měřených parametrů souboru hokejistů	100
4.3.2 Hodnocení měření Adamsova úhlu u souboru hokejistů	101
4.3.3 Hodnocení vyváženosti stoje souboru hokejistů	102
4.3.4 Hodnocení bilaterálně měřených parametrů kontrolního souboru	104
4.3.5 Hodnocení měření Adamsova úhlu u kontrolního souboru	105
4.3.6 Hodnocení vyváženosti stoje u kontrolního souboru	106
4.3.7 Porovnání bilaterálně měřených parametrů, Adamsova úhlu a vyváženosti stoje na dvou vahách mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem	107
4.3.8 Korelace znaků souboru hokejistů a kontrolního souboru	109
4.4 Vyhodnocení dosahu (test hlubokého předklonu)	111
4.5 Vyhodnocení podílu tukové frakce a hodnocení optimální hmotnosti	115
4.6 Vyhodnocení optimální tělesné hmotnosti	120
4.7 Vyhodnocení laterality u souboru hokejistů a kontrolního souboru	122
5 Diskuze	124

5.1 Srovnání souboru hokejistů a kontrolního souboru s normativním souborem cvičenců Československé spartakiády 1985	124
5.2 Vyhodnocení bilaterálně měřených rozměrů, měření Adamsova úhlu, stoje na dvou vahách a laterality v souvislosti s hraním ledního hokeje a jeho vlivu na držení těla, vyhodnocení výskytu skoliózy u souboru hokejistů a kontrolního souboru	126
5.3 Vliv hraní ledního hokeje na rozdělení tukové frakce, hodnocení optimální hmotnosti	128
5.4 Flexibilita hokejistů – vyhodnocení dosahu	129
6 Závěr	131
7 Seznam použitých zkratk	134
8 Přehled literatury	135
9 Přílohy	138

## Úvod

Hokej patří neodmyslitelně k historii i současnosti sportovních dějin České republiky, dříve bývalého Československa. Z českých hokejových klubů se zrodilo mnoho sportovních hvězd, které jsou každému známy nejen z televizních obrazovek, ale také z hokejových tribun. Každý rok máme možnost sledovat úsilí našich hráčů o získání různých titulů, jak na poli světovém, tak domácím. Jelikož patřím mezi příznivce tohoto dynamického sportu, vybral jsem si jako téma diplomové práce právě problematiku hraní hokeje a jeho vlivu na formování tělesné struktury, držení těla, a míru flexibility.

Hokej patří mezi sporty s jednostranným zatížením. Tato práce by měla odhalit, jak se dlouhodobé hraní hokeje, trénink a soustavná příprava projevuje na držení těla, zda podmiňuje skoliotické držení těla, dále jak ovlivňuje rozložení tukové frakce a míru flexibility. Všechny výše uvedené parametry budou hodnoceny i u kontrolního souboru, který může v souvislosti se soudobým sedavým způsobem života vykazovat určité difference v držení těla od normálu.

Současná doba je charakteristická uspěchaným životním stylem, který poskytuje méně prostoru pro sportovní aktivity nejen dospělým, ale také dětem a dospívajícím. Možná je to způsobeno nároky společnosti na úspěch a kariéru, který ubírá rodičům čas, který by mohli navíc věnovat dětem a motivovat je k jiným aktivitám, než např. sezením u počítače nebo televize.

Podle mého názoru je dobře, že právě český hokej a mnoho dalších sportovních odvětví mají ve světě ohlas, vždyť to samo o sobě je motivací pro mnoho chlapců, ale také dívek, proč se věnovat nějakému sportu a dosáhnout úspěchu a potěšení z této činnosti. Úlohou trenérů je nejen dovést hráče k získání titulu na významných sportovních utkáních, ale také dbát na správnou výživu, trénink a zdraví svých svěřenců.



# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Cíle práce

**Cílem diplomové práce bylo ověření předpokladu platnosti těchto hypotéz:**

1. Soubor hokejistů a kontrolní soubor se liší v antropometrických charakteristikách od normativního souboru cvičenců Československé spartakiády 1985. Cílem je zjistit, jak se liší populace současná od populace z roku 1985.
2. Soubor hokejistů, kteří se aktivně věnují hraní hokeje více jak 10 let, se liší od kontrolního souboru, který byl součástí šetření v této diplomové práci, v některých antropometrických charakteristikách. Cílem je zjistit, ve kterých znacích se soubor hokejistů liší proti kontrolnímu souboru.
3. Dlouhodobé hraní hokeje má vliv na držení těla.
4. Držení hokejky na pravé nebo levé straně ovlivňuje držení těla a bilaterálně měřené parametry.
5. Soubor hokejistů se liší od kontrolního souboru v bilaterálně měřených znacích, například odlišným postavením ramen, vychýlením pánve a pod.
6. Ověření výskytu skoliózy u souboru hokejistů a kontrolního souboru pomocí měření Adamsova úhlu. Cílem je zjistit, se kterými znaky výskyt skoliózy souvisí a zda je podmíněn dlouhodobým hraním hokeje.
7. Lateralita ovlivňuje držení těla, držení hokejky, hodnoty bilaterálně měřených znaků a hodnotu Adamsova úhlu v hrudní a bederní oblasti zad.
8. Vyváženost či nevyváženost stoje je odlišná u souboru hokejistů a kontrolního souboru (test stoje na dvou vahách). Cílem je také zjistit, se kterými znaky vyváženost stoje souvisí.

9. Dlouhodobé hraní hokeje ovlivňuje míru flexibility a vede ke zkrácení svalových skupin dolních končetin a trupu. Cílem je ověřit pomocí testu hlubokého předklonu, zda tento předpoklad platí.

10. Dlouhodobý trénink hokejistů způsobuje změny v tělesném složení. Předpokládá se vyšší rozvoj svalové frakce a nižší zastoupení tukové frakce u souboru hokejistů. Tento předpoklad má ověřit měření kožních řas podle různých autorů.

11. Zjistit, zda jsou hodnoty BMI souboru hokejistů a kontrolního souboru relevantní pro hodnocení optimální tělesné hmotnosti proti testování optimální hmotnosti pomocí regresních rovnic.

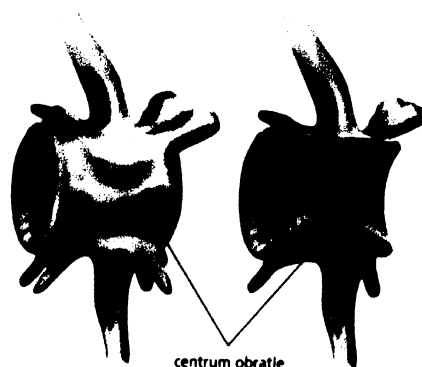
## 1.2 Fylogenetický a ontogenetický vývoj páteře, anatomie páteře

### 1.2.1 Fylogenetický vývoj páteře

V průběhu fylogenetického vývoje strunatců se podoba páteře značně měnila. Primitivní opora těla, *chorda dorsalis*, je postupně nahrazována jednoduchým chrupavčítým skeletem a později kostrou.

Již u starobylých obratlovců se okolo chordy tvořila skeletogenní tkáň mezodermálního původu, z níž se formovaly různé útvary, které postupně splývaly do podoby kompaktního prstence okolo chordy, neurální trubice a hřbetní aorty. Primárním důvodem vzniku kostní tkáně nebyla mechanická opora těla, ale bylo to místo ukládání fosfokalcitových solí z metabolických dějů. Pružnost chordy byla tedy postupně omezována, zejména rostoucí mohutností kostní tkáně prstenců. Prstence začaly chordu postupně zaškrcovat a začala se z nich tvořit obratlová centra. V meziobratlových prostorech si chorda zachovala původní průměr, znamená to tedy, že chorda je v pravidelných vzdálenostech zaškrvena. V této situaci ztratila chorda opornou funkci a postupně byla zcela přerušena na krátké meziobratlové úseky. Protože se chorda zachovávala v meziobratlových prostorech, přičemž okraje center k sobě těsně přiléhaly, stala se následkem toho čela sousedních obratlových center konkávními. Jestliže bylo takto obratlové centrum formováno na předním i zadním povrchu, označuje se jako centrum *amficélní*. Jestliže je na zadní straně konkávní a na přední konvexní, označujeme jej jako *opistocélní*. Opačně utvářené se nazývá *procélní*. Jestliže je centrum vpředu i vzadu rovné, označujeme jej jako *platycélní* (Rozsypal a kol., 2003).

Obr. 1.2.1.1 Amficélní typ obratle moderní paprskoploutvé ryby - celkově a na mediálním řezu (Rozsypal a kol., 2003)



Tělo obratle je kompaktní až u pokročilých obratlovců. U primitivních lalokoploutvých ryb však bylo rozděleno na přední osifikovanou část – *intercentrum*, která má v primárním stavu podobu na dorzální straně neúplně uzavřeného prstence okolo chordy. Dozadu je umístěno párové *pleurocentrum* v podobě dvou drobných osifikací na dorzolaterální straně chordy, které se však druhotně mohlo rozšířit do podoby kompletního prstence. Všechny osifikované části byly navzájem spojeny chrupavkou. Tento stav se zachovává u primitivních obojživelníků. U dospělců pokročilejších obratlovců obě části splynuly do podoby kompaktního centra. Původní rozčlenění na dvě části se zachovává v rané embryogenezi jako výsledek resegmentace sklerotonu (Rozsypal a kol., 2003).

### 1.2.2 Ontogenetický vývoj páteře

*Chorda dosralis* je nahrazována nejprve složitějším skeletem, tvořeným metamericky uloženými obratli, které v souboru vytváří páteř. Tato je uložena na dorzální straně těla. Páteř se vytváří z mezodermálních (později z mezenchymálních) oblastí *somitů*, uložených ventrolaterálně od medulární trubice a chordy, tzv. *sklerotomů*. Sklerotomy jsou uspořádány metamericky za sebou v kraniokaudálním pořadí. Jejich mezenchymový blastém začíná proliferovat zejména v kraniální části každého sklerotomu, takže tato polovina se začíná tvořit koncem čtvrtého týdne zahuštěným mezenchymem. Krátce poté se spojuje kaudální polovina sklerotomu, tvořená řidším mezenchymem, s kraniální polovinou předchozího sklerotomu. Tímto procesem spojování polovin sousedících sklerotomů vznikají jednotlivé obratle. Mezi obratli vzniká sekundárně meziobratlová štěrbina, do které vstupuje mezenchymová tkáň obou sousedících obratlů a také větvíčka aorty. Mezenchym se později zahušťuje a vytváří základ meziobratlové ploténky. Poté *miotomy* (základy dorzálního příčně pruhovaného svalstva) rozdělí vždy dva sousedící základy obratlů.

Ze sklerotomů začne mediálním směrem k chordě proliferovat mezenchymové tkanivo, které do něj vrosté. Z této oblasti se začne tvořit základ *corpus vertebrae*. Sousedící základy těl obratlů jsou od sebe odděleny základy meziobratlových plotének. Středem těl obratlů a *intervertebrálních disků* probíhá chorda dorsalis, která později regreduje v oblasti corpus vertebrae, ale v intervertebrálních discích zůstává v podobě rudimentu v podobě mukózního tkaniva – *nukleus pulposus*.

Jiný proud mezenchymální tkáně postupuje dorzálním směrem z kraniální poloviny sklerotomu a vytváří základ pro *arcus vertebrae*. Z něj pak vzniká *processus spinosus* a *processus transversi*. Ventrokraniálním směrem se tvoří *processus costales*. V průběhu sedmého týdne se ze základu obratle tvoří chrupavka. Začátkem desátého týdne nastoupí chondrogenní osifikace, vycházející z osifikačního centra v chrupavčitém těle obratle a osifikačního centra v každém *arcus vertebrae*. Tak se vytváří tři osifikované části, spojené chrupavkou, které několik let po narození splynou do podoby definitivního obratle (Kovalčíková, 1990).

Osifikační centra obou polovin oblouků se spojují během 1. roku života, kdy tento proces začíná v lumbální části páteře a postupuje směrem vzhůru. Ke spojení těl a oblouků dochází mezi 3. – 6. rokem života. Kolem 14. roku se objevují sekundární osifikační centra (pro hroty trnů a příčných výběžků, pro horní a dolní plochy těl obratlů). Osifikace obratlů končí mezi 18. – 25. rokem života (Grim, Druga et al., 2001).

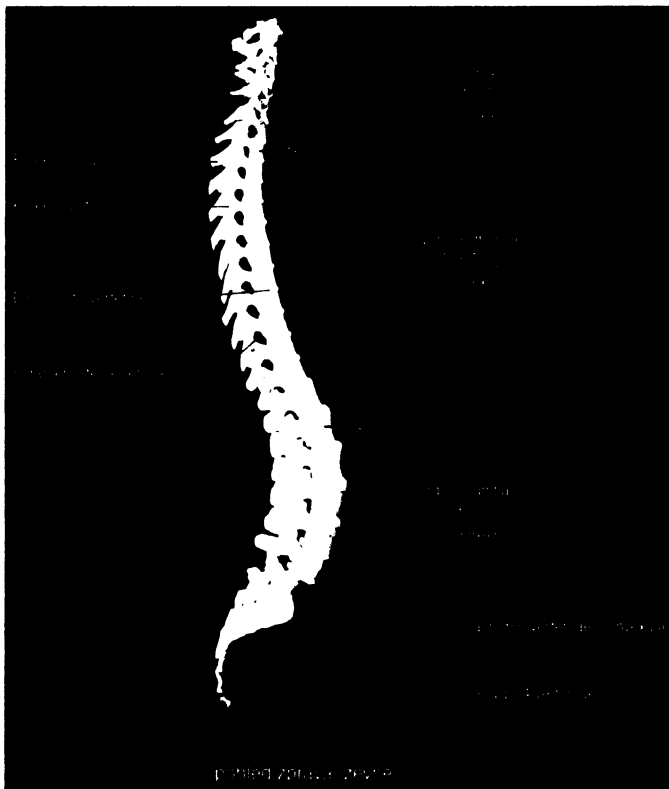
### 1.2.3 Anatomie páteře

Páteř (*columna vertebralis*) tvoří osovou kostru těla spolu s připojenými žebry, hostí hrudní a kostrou hlavy (Janda a kol., 2004). Nasedá na ni lebka a připojují se k ní pletence končetin. Chrání míchu uloženou v páteřním kanále a kořeny míšních nervů, které vystupují z meziobratlových otvorů (Grim, Druga et al. 2001).

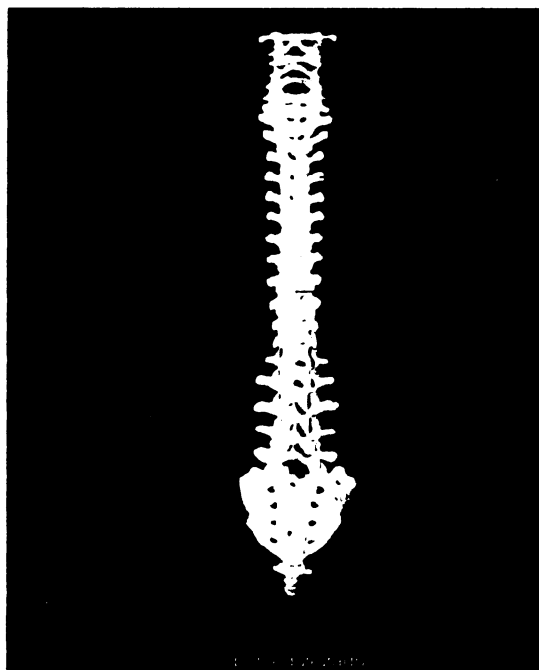
Páteř se skládá z 34 obratlů (*vertebrae*) (Janda a kol., 2004), podle některých autorů z 33 – 34 obratlů (Čihák, 2001). **Tvoří ji tyto obratle:** 7 krčních (C, *cervikálních*), 12 hrudních (Th, *torakálních*), 5 bederních (L, *lumbálních*), 5 kostí křížových (S, *os sacrum*) a 4 - 5 rudimentálních obratlů kostrčních (Co, *ossa coccygis*). Všechny obratle jsou vzájemně propojeny (Janda a kol., 2004).

Krční, hrudní a bederní obratle se označují jako obratle *presakrální* a společně tvoří pohyblivou část páteře. Obratle křížové srůstají v kost křížovou (*os sacrum*), jejíž růst je ukončen v průběhu 20 – 25 roku života. Kostrční obratle srůstají v kost křížovou (*os coccygis*).

Obr. 1.2.3.1 Spojení páteře při pohledu zprava, zevně (Hutchinson, Mallat, Marieb, 2005)



Obr. 1.2.3.2 Spojení páteře, pohled zezadu (Hutchinson, Mallat, Marieb, 2005)



## 1.2.4 Stavba obratle (Grim, Druga et al., 2001)

Každý obratel je složen z těla, oblouku a výběžků. V jednotlivých částech páteře mají obratle specifické znaky. Liší se od obratlů ostatních oddílů také velikostí. Stavba obratle je uvedena na příkladu stavby hrudního obratle (obr. 1.2.4.5.1).

### 1.2.4.1 Tělo obratle (*corpus vertebrale*)

Tělo obratle je typickou krátkou kostí se spongiózou uvnitř, zevně krytou laminou kompakty. Trámce a laminy spongiózy jsou funkčně upraveny podle směru působícího zatížení páteře a jednotlivých obratlů. Horní a dolní plocha těla obratle je zdrsněna pro připevnění meziobratlové ploténky, které oddělují těla jednotlivých obratlů.

### 1.2.4.2 Oblouk obratle (*arcus vertebrale*)

Obratlový oblouk je připevněn k tělu obratle a ohraničuje tak otvor *foramen vertebrale*. Foramina vertebralia všech obratlů tvoří dohromady spolu se zadními plochami meziobratlových disků *canalis vertebralis*. Spolu s míchou jsou zde uloženy míšní kořeny a cévy. Obratlový oblouk je k tělu připevněn částí *pediculus arcus vertebrae*. Druhou částí obratlového oblouku je ploténka, *lamina arcus vertebrae*. Zářezy v místě odstupu horního a dolního okraje oblouku, *incisura vertebralis superior* a *incisura vertebralis inferior*, ohraničují meziobratlové otvory, *foramina intervertebralia*, kterými z páteřního kanálu vycházejí míšní nervy (Grim, Druga et al., 2001).

#### 1.2.4.3 Obratlové výběžky (Grim, Druga et al., 2001)

- **trnový výběžek (*processus spinosus*)**: odstupuje ze středu oblouku dorzálně
- **příčné výběžky (*processus transversi*)**: vybíhají laterálně z obratle, na ventrální straně hrudích obratlů je kloubní jamka, *fovea costalis processus transversi*, pro kloubní spojení s hrbolkem žebra
- **kloubní výběžky (*processus articulares*)**: párové výběžky, umožňující skloubení sousedních obratlů. S předchozím obratlem je spojení zajištěno prostřednictvím výběžku *processus articulares superiores*. Spojení s následujícím obratlem je zajištěno výběžkem *processus articulares inferiores*.

#### 1.2.4.4 Obratle krční (*vertebrae cervicales*)

**Kromě prvních dvou obratlů mají krční obratle tyto znaky:**

- nízké, oválné tělo, širší v příčném směru, s konkávními terminálními ploškami
- trojhranné *foramen vertebrale*
- příčné výběžky s otvorem, *foramen processus transversi*, kterým v rozsahu C<sub>6</sub> – C<sub>1</sub> prochází *arteria vertebralis*. Konec příčných výběžků je dále rozšířen ve dva hrbolky, *tuberculum anterius* a *tuberculum posterius*. Zářez mezi hrbolky se nazývá *sulcus nervi spinalis*, kterým postupuje míšní nerv. U C<sub>6</sub> je *tuberculum anterius* zvětšeno do podoby *tuberculum caroticum*, proti kterému leží *arteria karotis communis*.
- trnové výběžky jsou rozdvojené a krátké, s výjimkou výběžku obratle C<sub>7</sub>, který je dlouhý – *vertebra prominens*
- ploché a dorzokaudálně zešíkmené kloubní výběžky, které umožňují velký rozsah pohybu krční páteře

C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub> se od ostatních krčních obratlů liší, jejich popis je následující:



### C<sub>1</sub> – nosič (*atlas*):

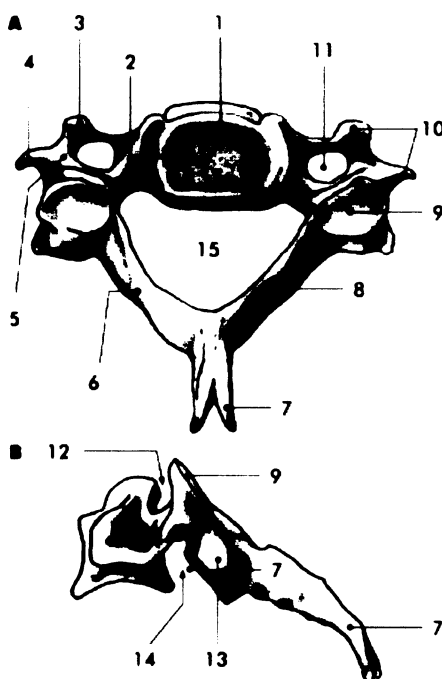
- nemá tělo a trnový výběžek
- postranní části, *massa laterales*, vybíhají v kloubní výběžky, *processus articulares superiores* a *inferiores*. Horní výběžky zajišťují spojení s týlní kostí lebky. Dolní výběžky zajišťují spojení s C<sub>2</sub>.
- přední oblouk atlasu má na zadní ploše jamku, *fovea dentis*, která souvisí s kloubním spojením s obratlem C<sub>2</sub> prostřednictvím vazy *ligamentum transversum atlantis*.

### C<sub>2</sub> - čepovec (*axis, epistropheus*):

- z těla vybíhá zub (*dens axis*), s kloubními ploškami pro *facies articularis anterior*, pro kloubní spojení s C<sub>1</sub>, konkrétně s *fovea dentis atlasu* a *facies articularis posterior* pro kontakt s dorzálně uloženým *ligamentum transversum atlantis*.

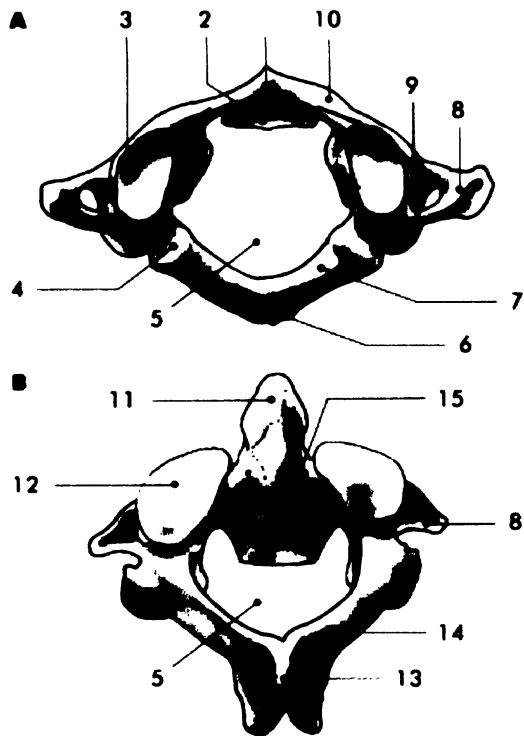
Obr. 1.2.4.4.1 krční obratel (A – pohled shora, B – pohled z boku) (Grim, Druga et al., 2001)

- 1 – corpus vertebrae
- 2 – pediculus arcus vertebrae
- 3 – tuberculum anterius
- 4 – tuberculum posterius
- 5 – sulcus nervi spinalis
- 6 – lamina arcus vertebrae
- 7 – processus spinosus
- 8 – processus articularis superior
- 10 – processus transversus
- 11 – foramen processus transversi
- 12 – incisura vertebralis superior
- 13 – processus articularis inferior
- 14 – incisura vertebralis inferior
- 15 – foramen vertebrale



Obr. 1.2.4.4.2 **Atlas** (obr. A) a **axis** (obr. B) – pohled shora a zezadu (Grim, Druga et al., 2001)

1 – tuberculum anterius  
2 – fovea dentis

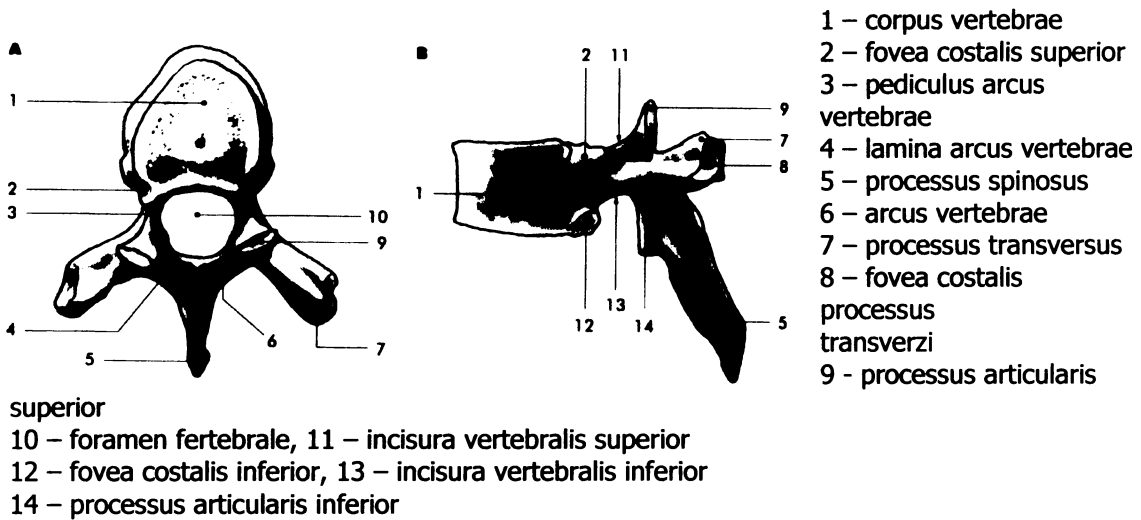


3 – facies articularis superior  
4 – sulcus a. vertebralis  
5 – foramen vertebrale  
6 – tuberculum posterius  
7 – arcus postero  
8 – processus transversus  
9 – massa lateralis  
10 – arcus anterior  
11 – dens axis  
12 – facies articularis superior  
13 – processus spinosus  
14 – arcus  
15 – corpus axis

#### 1.2.4.5 Obratle hrudní (*vertebrae thoracicae*)

- těla obratlů jsou větší než těla krčních obratlů, zvětšují se kaudálním směrem
- na bocích těl jsou kloubní plošky *foveae costales* pro kloubní spojení s hlavicemi žebel
- příčné výběžky jsou silné, na přední ploše s *facies costalis processus transversi* pro kloubní spojení s hrbolkem žebra
- foramen vertebrale je okrouhlé

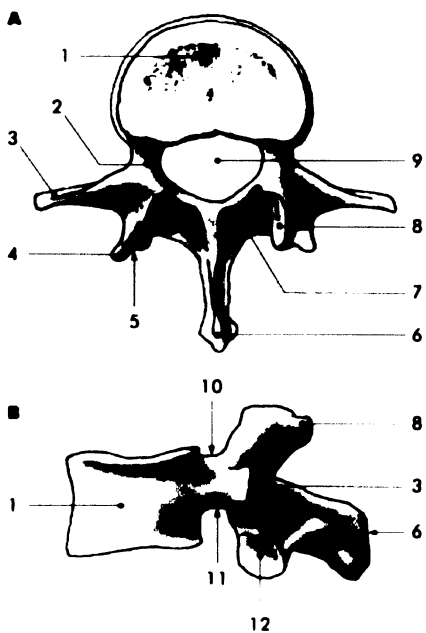
Obr. 1.2.4.5.1 Stavba obratle – **hrudní obratel** (A - pohled shora, B – pohled z boku):



Zdroj: Grim, Druga et al., 2001

#### 1.2.4.6 Obratle bederní (*vertebrae lumbales*)

- robustní obratle s vysokým, příčně rozšířeným tělem
- přechod L<sub>5</sub> v kost křížovou se nazývá předhoří (*promontorium*)
- *foramen vertebrale* je trojúhelníkovité
- příčné výběžky vybíhají v dlouhý *processus costarius*, dále v menší, kraniální *processus mamillaris* a větší, kaudální *processus accessorius*
- *processus articulares superiores et inferiores* mají kloubní plochy orientovány do sagitální roviny, kloubní plošky na dolních výběžcích naléhají na plošky horních výběžků zevnitř, tzn., že omezují rotační pohyb bederní páteře



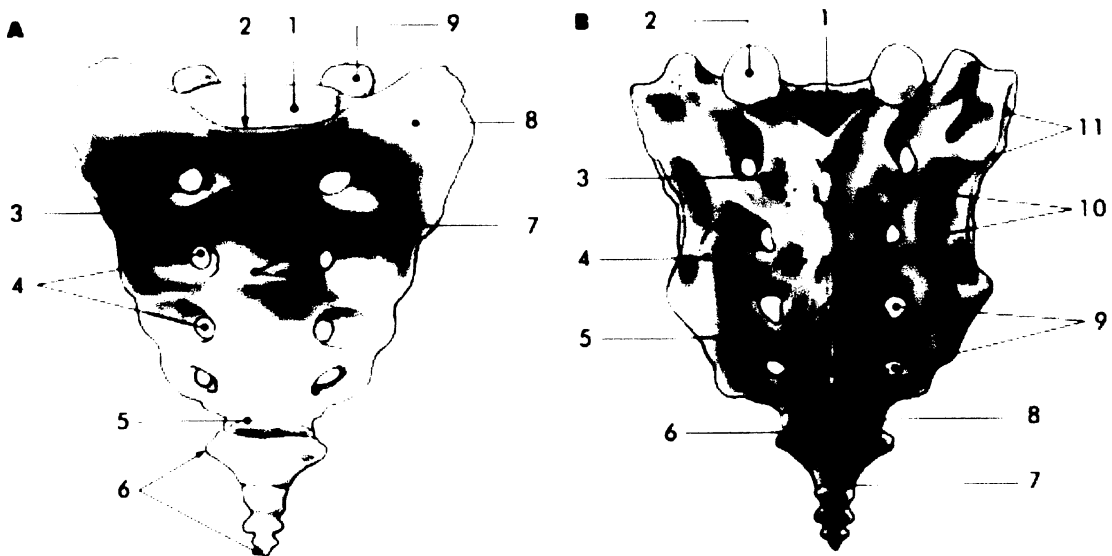
Obr. 1.2.4.6.1 Bederní obratel (A – pohled shora, B – pohled z boku) (Grim, Druga et al., 2001)

- 1 – corpus vertebrae  
 2 – pediculus arcus vertebrae  
 3 – processus costarius  
 4 – processus mamillaris  
 5 – processus accessorius  
 6 – processus spinosus  
 7 – lamina arcus vertebrae  
 8 – processus articularis superior  
 9 – foramen vertebrale  
 10 – incisura vertebralis superior  
 11 – incisura vertebralis inferior  
 12 – processus articularis inferior

### 1.2.4.7 Kost křížová (*os sacrum*) a kost kostrční (*os coccygis*)

Kost křížová je součástí páteře, která umožňuje napojení pletence dolní končetiny s páteří. Vzniká srústem pěti sakrálních obratlů. Anatomie kosti křížové je uvedena v obr. 1.2.4.7.

Obr. 1.2.4.7.1 Anatomie **kosti křížové** (*os sacrum*) a **kosti kostrční** (*os coccygis*)



Zdroj: Grim, Druga et al., 2001

#### **Kost křížová (*os sacrum*) a kost kostrční (*os coccygis*) – A – facies pelvina**

#### **B – facies dorsalis**

**A:** 1- basis ossis sacri, 2 – promontorium, 3 – těla srostlých obratlů, 4 – foramina sacralia pelvina, 5 – apex ossis sacri, 6 – os coccygis, 7 – linea transversae, 8 – pars lateralis, 9 – processus articularis superior

**B:** 1 – canalis sacralis, 2 – processus articularis superior, 3 – crista sacralis intrmedia, 4 – crista sacralis lateralis, 5 – crista sacralis mediana, 6 – cornu sacrale, 7 – os coccygis, 8 - hiatus sacralis, 9 – foramina sacralina dorsalia, 10 – tuberositas sacralis, 11 – facies auricularis

Kost kostrční (*os coccygis*) vzniká synostózou 4 – 5 kostrčních obratlů, které mají zakrnělé oblouky a výběžky jen naznačené (*cornua coccygea*). Mezi kostí kostrční a křížovou je synchodróza.

## 1.2.5 Spojení na páteři (Grim, Druga et al., 2001)

Páteř je oblast těla, ve které jsou zastoupeny všechny druhy spojení kostí:

- 1) *Synchrondrózy* = meziobratlové ploténky
- 2) *Syndesmózy* = ligamenta
- 3) *Synostózy* = srůst kostí (kost křížová a kostrční)
- 4) *Kloubní spojení* = meziobratlové klouby

### 1.2.5.1. Meziobratlové ploténky (*disci intervertebrales*)

Součástí páteře dospělého jedince je 23 meziobratlových plotének, spojujících terminální plochy obratlů. Jejich celková výška tvoří 1/4 - 1/5 délky páteře. Meziobratlová ploténka je tvořena diskovitým jádrem (*nucleus pulposus*) a vazivovým prstencem (*anulus fibrosus*). K tělům obratlů jsou ploténky připojeny hyalinní chrupavkou. Nucleus pulposus je málo stlačitelné a při pohybech obratlů se posouvá ventrodorzálně a mediolaterálně. Anulus fibrosus je odlišně uspořádán v lumbální a v krční části páteře. Rozdíl ve stavbě odpovídá většímu zatížení lumbálních disků a větší pohyblivosti krční páteře.

Funkcí meziobratlových plotének je vyrovnávání tlaků a napětí při vzájemných pohybech obratlů různými směry. Fibrózní prstenec zajišťuje spojení obratlů a jejich vzájemnou stabilitu. Ve stáří se díky částečné ztrátě tekutiny ploténka snižuje. Dochází tak ke zkracování páteře a jejímu naklánění dopředu. Obsah vody také kolísá během dne, což má za následek spolu s vertikálním zatížením rozdíl v délce páteře. Během dne se celková tělesná výška sníží o 1 – 2 cm (Grim, Druga et al., 2001).

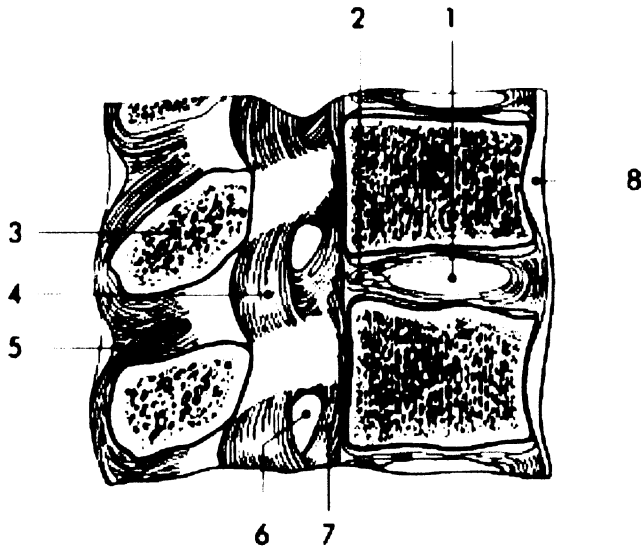
### 1.2.5.2 Vazy páteře

**Dlouhé vazy páteře:**

Těla obratlů jsou propojena na zadní a přední ploše dlouhými vazy. *Ligamentum longitudinale anterius et posterius* pokračují kaudálně na os coccygis jako *ligamentum sacrososygeum anterius et posterius*.

Zadní vaz je fixován více k meziobratlovým ploténkám, přední vaz více k tělům obratlů.

Obr. 1.2.5.2.1 Vazivové a chrupavčité spojení na páteři



Obr. 1.22. Vazivové a chrupavčité spojení na páteři. 1 – nucleus pulposus, 2 – anulus fibrosus, 3 – processus spinosus, 4 – ligamentum flavum, 5 – ligamentum interspinale, 6 – foramen intervertebrale, 7 – ligamentum longitudinale posterius, 8 – ligamentum longitudinale anterius

Zdroj: Grim, Druga et al., 2001

### Krátké vazy páteře:

**Ligamenta flava**, tvořená elastickým vazivem, jsou napjata mezi oblouky obratlů. Jsou velmi pružná. Podílejí se na držení vzpřímeného postavení páteře.

Mezi trny probíhají **ligamenta interspinalia**, která jsou tvořena kolagenními vlákny. Jsou málo pružná. Mezi příčnými výběžky probíhají **ligamenta intertransversal**.

### 1.2.5.3 Kloubní spojení páteře

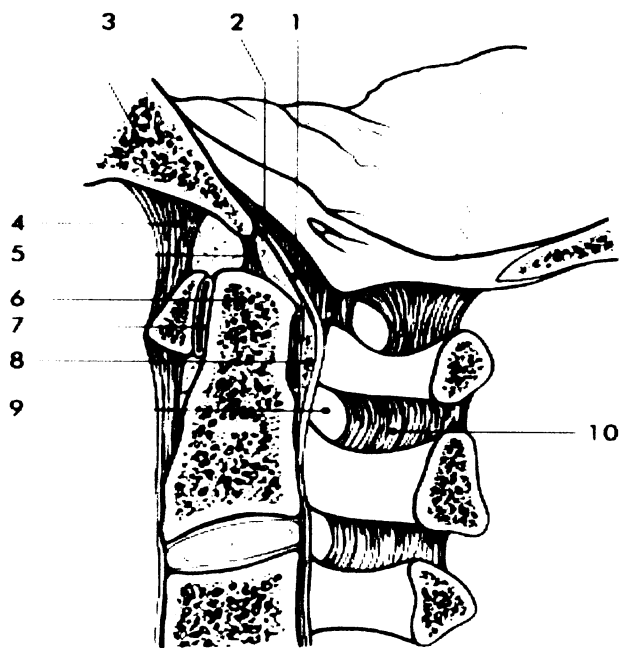
Ploché klouby, vytvořené mezi kloubními výběžky obratlů, umožňují vzájemné posuny obratlů při pohybech páteře. U krčních obratlů je kloubní pouzdro volné.

V meziobratlových kloubech mohou být vytvořeny synoviální řasy, které mohou být uskřinuty mezi kloubními plochami nebo kalcifikovat a omezit pohyb v kloubu.

### Kraniovertebrální spojení

Zahrnuje klouby mezi týlní kostí a atlasem (*articulatio atlantooccipitalis*). Dále zahrnuje spojení mezi obratli atlas a axis, které je tvořeno klouby: nepárovým kloubem *articulatio atlantoaxialis mediana* a párovým kloubem *articulatio atlantoaxialis lateralis*.

#### 1.2.5.2.2 Kraniovertebrální spojení



Obr. 1.23. Spojení mezi kostí týlní a krčními obratli C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub> na sagitálním řezu. 1 – membrana tectoria, 2 – podélné šnopy ligamentum cruciforme, 3 – os occipitale, 4 – membrana atlantooccipitalis anterior, 5 – ligamentum apicis dentis, 6 – dens axis, 7 – kloubní štěrbin (art. atlantoaxialis mediana), 8 – ligamentum transversum atlantis, 9 – foramen intervertebrale, 10 – ligamentum flavum

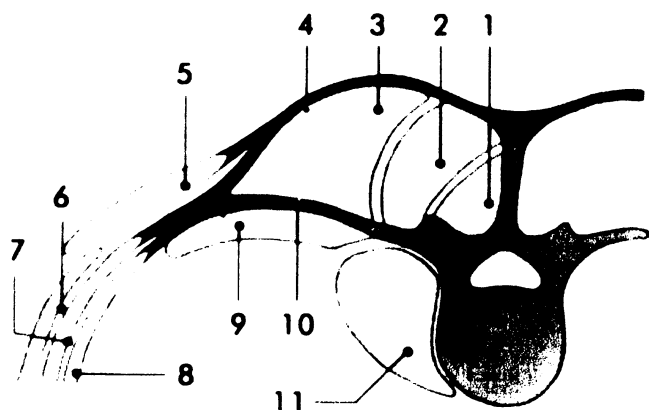
Zdroj: Grim, Druga et al., 2001

### 1.3 Zádové svaly (Grim, Druga et al., 2001)

Svaly zad jsou rozloženy podél páteře na zadní straně těla v několika vrstvách. Povrchové svaly, které se na hřbetní stranu přesunuly druhotně, nazýváme jako svaly *heterochtonní*.

Hluboké skupiny svalů, které jsou primární, označujeme jako svaly *autochtonní*. V nejhlubších vrstvách si zachovávají segmentální uspořádání. Směrem k povrchu segmentální základy splývají a tvoří delší svaly, které překlenují více obratlů. Nejsou vždy navzájem zcela odděleny, proto jsou označovány jako svalové snopce shodného průběhu.

Obr. 1.3.1 Příčný řez zádovými svaly zadní části trupu



1 – mm. multifidi, 2 – m. longissimus dorsi, 3 – m. iliocostalis, 4 – fascia thoracolumbalis, 5 – m. latissimus dorsi, 6 – m. obliquus externus abdominis, 7 – m. obliquus internus abdominis, 8 – m. transversus abdominis, 9 – m. quadratus lumborum, 10 – aponeurosis lumbalis, 11 – m. psoas major

Zdroj: Grim, Druga, 2001



### 1.3.1 Svaly heterochtonní

Do této skupiny povrchových svalů zádoových řadíme svaly:

- *spinohumerální*

- *spinokostální*

- **Spinohumerální svaly:**

Tato skupina svalů odstupuje od páteře a připojuje se ke kostem horní končetiny v oblasti ramenního kloubu. Při fixované páteři pohybují končetinou. Při fixaci končetiny uklánějí hlavu a páteř. Při oboustranné kontrakci zaklánějí hlavu a páteř.

Tab. 1.3.1.1 Svaly spinohumerální

<b>Sval</b>	<b>Funkce</b>	<b>Inervace</b>
<i>m. trapezius</i>	táhne lopatku mediálně, při fixované lopatce uklání hlavu a páteř, při oboustranné kontrakci zaklání hlavu	n. XI., částečně i plexus cervicalis
<i>m. latissimus dorsi</i>	addukce paže, extenze (zapažení), pronace	humorální n. thoracodorsalis (plexus brachialis)
<i>m. levator scapulae</i>	zvedá lopatku, při fixované lopatce uklání hlavu	n. dorsalis scapulae (plexus brachialis)
<i>m. rhomboideus minor</i>	táhne lopatku mediálně a kraniálně	n. dorsalis scapulae (plexus brachialis)
<i>m. rhomboideus major</i>	táhne lopatku mediálně a kraniálně	n. dorsalis scapulae (plexus brachialis)

Zdroj: Grim, Druga, 2001

- **Spinokostální svaly:**

Tyto svaly směřují od páteře k žebřům. Patří vývojově ke svalům hrudníku, podílejí se na dýchání.

Tab. 1.3.1.1 Svaly spinokostální

<b>Sval</b>	<b>Funkce</b>	<b>Inervace</b>
<b><i>m. serratus posterior superior</i></b>	zvedá žebra (pomocný sval vdechový)	nn. intercostales
<b><i>m. serratus posterior inferior</i></b>	fixuje kaudální žebra a sklání je kaudálně (pomocný sval vdechový).	nn. intercostales
<b><i>mm. levatores costarum</i></b>	zvedá žebra (pomocný sval vdechový)	nn. intercostales

Zdroj: Grim, Druga, 2001

**Průběh svalů – viz. obr. 1.3.2.3**

Obr. 1.3.1.1 Svaly trupu (mm. dorsi)



**Svaly trupu – mm. dorsi.** 1 – m. trapezius, 2 – m. deltoideus, 3 – m. infraspinatus, 4 – m. latissimus dorsi, 5 – aponeurosis lumbodorsalis, 6 – m. obliquus externus abdominis, 7 – trigonum lumbale, 8 – m. gluteus maximus, 9 – m. teres major, 10 – m. teres minor, 11 – speculum rhomboideum, 12 – m. sternocleidomastoideus

### 1.3.2 Svaly autochtonní

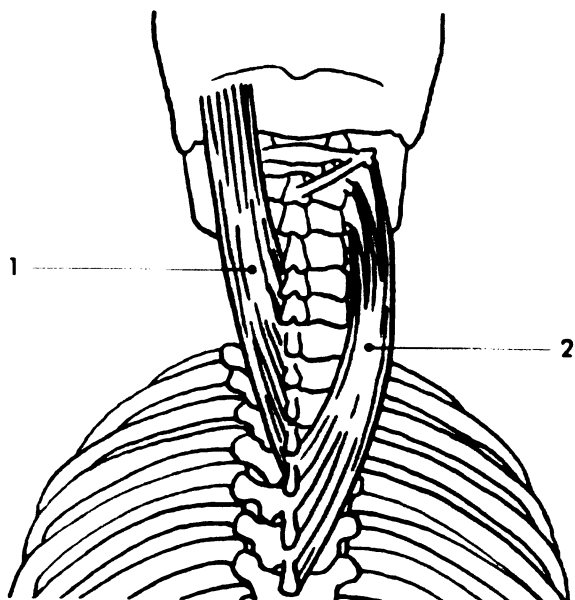
Do této skupiny svalů řadíme svalové skupiny:

- *spino-transverzální systém*
- *spino-spinální systém*
- *sakro-spinální systém*
- *transverzospinální systém*
- *hluboké šíjové svaly*

- **Spino-transverzální systém:**

Tyto svaly leží v oblasti krční a hrudní páteře. Odstupují od trnových výběžků a postupují k příčným výběžkům. Při jednostranné kontrakci uklánějí a otáčejí páteř a hlavu na svou stranu. Při oboustranné kontrakci zaklánějí hlavu a krční páteř.

Obr. 1.3.2.1 Spino-transverzální svaly



Mm. dorsi, systém spino-transverzální.  
1 – m. splenius capitis, 2 – m. splenius cervicis

Zdroj: Grim, Druga, 2001

Tab. 1.3.2.1 Spinotransverzální svaly

Sval	Funkce	Inervace
<i>m. splenius cervicis</i>	při oboustranné kontrakci zaklání hlavu, při jednostranné kontrakci uklání a otáčí hlavu na svou stranu	rr. dorsales spinálních nervů
<i>m. splenius capitis</i>	při oboustranné kontrakci zaklání hlavu, při jednostranné kontrakci uklání a otáčí hlavu na svou stranu	rr. dorsales spinálních nervů

Zdroj: Grim, Druga, 2001

- **Spinospinální systém:**

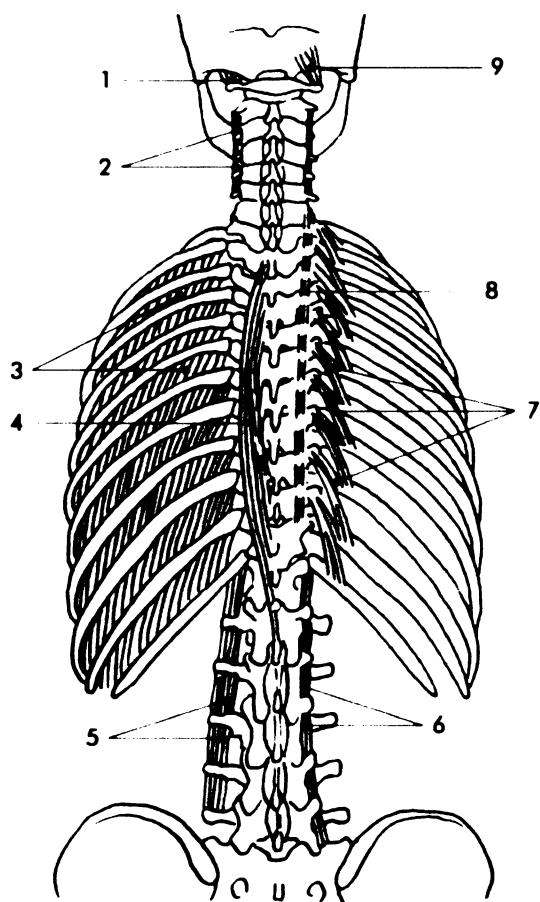
Tento systém je zastoupen dlouhými svaly, které postupují podél trnových výběžků střední části páteře. V hrudní a bederní oblasti se nachází svaly, které spojují trnové výběžky sousedních obratlů. Svaly při jednostranné kontrakci uklání páteř, při oboustranné kontrakci páteř zaklání.

Tab.3.2.2 Spinospinální svalový systém

Sval	Funkce	Inervace
<i>m. spinalis thoracis</i>	při jednostranné kontrakci lateroflexe hrudní páteře, při oboustranné kontrakci extenze páteře	rr. dorsales nn. spinalium
<i>m. spinalis cervicis</i>	při jednostranné kontrakci lateroflexe krční páteře, při oboustranné kontrakci extenze krční páteře	rr. dorsales nn. spinalium
<i>mm. interspinales cervicis</i>	extenze krční páteře	rr. dorsales nn. spinalium
<i>mm. interspinales lumborum</i>	extenze bederní páteře	rr. dorsales nn. spinalium

Zdroj: Grim, Druga, 2001

### Obr. 1.3.2.2 Spinospinální svalový systém



Obr. 2.8. Mm. dorsi, systém spinospinální a hluboké krátké svaly. 1 – m. rectus capitis lateralis, 2 – mm. intertransversarii cervicis, 3 – mm. intercostales externi, 4 – m. spinalis, 5 – mm. intertransversarii lumborum lat., 6 – mm. intertransversarii lumborum med., 7 – mm. levatores costarum, 8 – mm. intertransversarii thoracis, 9 – m. obliquus capitis superior

Zdroj: Grim, Druga, 2001

- **Sakrospinální svalový systém**

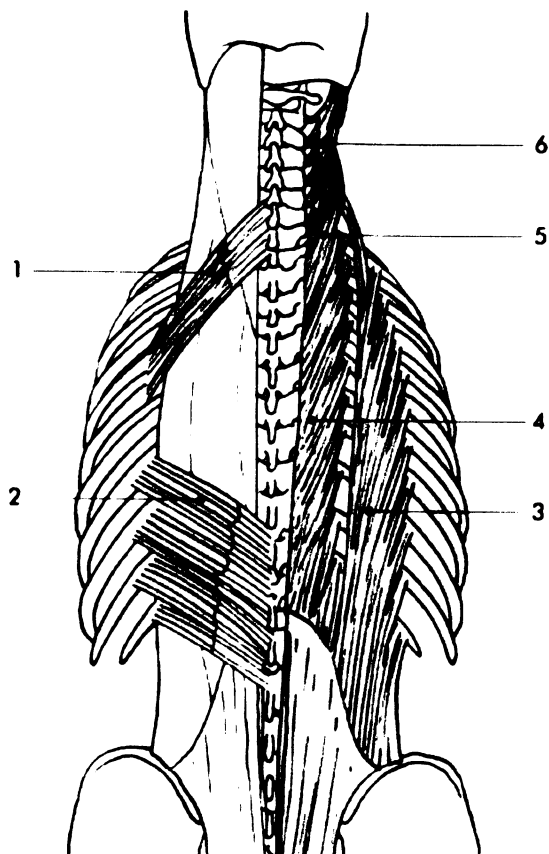
Mohutný svalový komplex, který je v kaudální části jednotný (*m. sacrospinalis*). Kraniálně se dělí na mediálněji uložený *m. longissimus* a laterálněji uložený *m. iliocostalis*. Celý systém zaklání páteř. *M. erector spinae* při jednostranné kontrakci uklání páteř na svou stranu.

Tab. 1.3.2.3 Sakrospinální svalový systém

Sval	Funkce	Inervace
<i>m. longissimus dorsi et cervicis</i>	extenze páteře, při jednostranné kontrakci lateroflexe páteře na svou stranu	rr. dorsales nn. spinalium
<i>m. longissimus capitis</i>	extenze hlavy a krční páteře, při jednostranné kontrakci lateroflexe hlavy na svou stranu	rr. dorsales nn. spinalium
<i>m. iliocostalis</i>	extenze páteře, při jednostranné kontrakci uklání páteř na svou stranu	rr. dorsales nn. spinalium

Zdroj: Grim, Druga, 2001

Obr. 1.3.2.3 Spinokostální a sakrospinální svalový systém



Mm. dorsi, systémy spinokostální (vlevo) a sakrospinální (vpravo). 1 - m. serratus post. sup., 2 - m. serratus post. inf., 3 - m. iliocostalis, 4 - m. longissimus thoracis, 5 - m. longissimus cervicis, 6 - m. longissimus capitis

Zdroj: Grim, Druga, 2001

- **Transverzospinální systém**

Tento systém je tvořen svaly, které odstupují od příčných výběžků, vystupují kraniomediálně a upínají se na trnové výběžky. Vedle dlouhých svalů *mm. semispinales* sem řadíme i svaly krátké, *mm. rotatores*, směřující od příčného výběžku k bázi spinálního výběžku kraniálnějšiho obratle. Prostřední vrstva je tvořena svaly *mm. multifidi*, probíhajícími od příčných výběžků ke spinálním výběžkům kraniálnějších obratlů.

Při jednostranné kontrakci otáčejí páteř na opačnou stranu, při oboustranné kontrakci zaklánějí páteř.

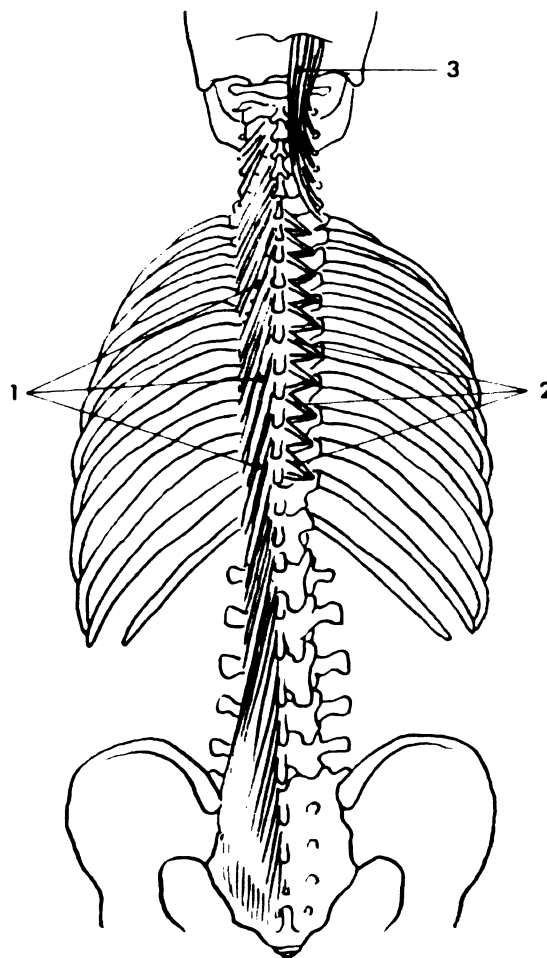
Tab. 1.3.2.4 Transverzospinální svalový systém

Sval	Funkce	Inervace
<i>m. semispinalis thoracis et cervicis</i>	záklon páteře při oboustranné kontrakci, lateroflexe páteře a její otáčení na stranu opačnou při jednostranné kontrakci	rr. dorsales nn. spinalium
<i>m. semispinalis capitis</i>	při oboustranné kontrakci záklon hlavy, při jednostranné kontrakci lateroflexe hlavy na svou stranu a otočení na stranu opačnou	rr. dorsales nn. spinalium
<i>mm. multifidi</i>	při oboustranné kontrakci záklon hlavy, při jednostranné kontrakci úklon hlavy na svou stranu a otočení na stranu opačnou	rr. dorsales nn. spinalium
<i>mm. rotatores</i>	rotace páteře	rr. dorsales nn. spinalium

Zdroj: Grim, Druga, 2001



Obr. 1.3.2.4 Transverzospinální svalový systém



Obr. 2.9. Mm. dorsi, transverzospinální systém.  
1 mm multifidi, 2 mm rotatores, 3 m semispinalis capitis

zdroj: Grim, Druga, 2001

- **Hluboké šíjové svaly (musculi nuchae profundi)**

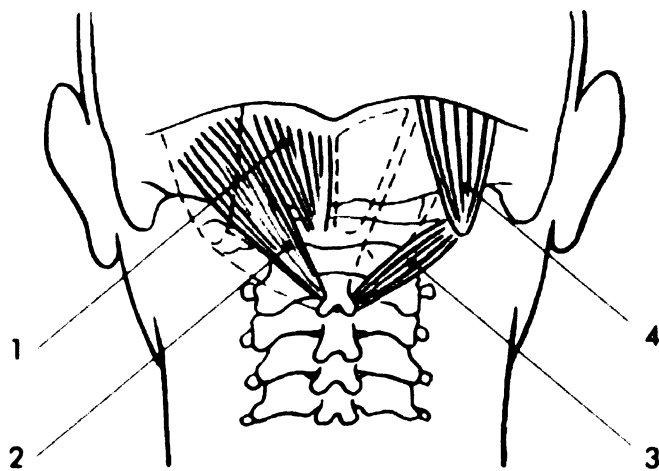
Tyto svaly patří k výše zmiňovaným skupinám, ale autor je uvádí samostatně díky jejich rozložení kolem kraniovertebrálních spojů.

Tab. 1.3.2.5 Hluboké svaly šíjové

Sval	Funkce	Inervace
<i>m. rectus capitis posterior minor</i>	při jednostranné kontrakci uklání hlavu směrem na svou stranu, při oboustranné kontrakci zaklání hlavu	n. suboccipitalis
<i>m. rectus capitis posterior major</i>	při oboustranné kontrakci zaklání hlavu, při jednostranné kontrakci hlavu uklání a otáčí na svou stranu	n. suboccipitalis
<i>m. obliquus capitis superior</i>	při oboustranné kontrakci zaklání hlavu, při jednostranné kontrakci uklání hlavu na stranu kontrahovaného svalu	n. suboccipitalis
<i>m. obliquus capitis inferior</i>	otáčí hlavu na svou stranu	n. suboccipitalis

zdroj: Grim, Druga, 2001

Obr. 1.3.2.5 Hluboké šíjové svaly



**Mm. nuchae profundi.** 1 – m. rectus capitis post. minor, 2 – m. rectus capitis post. major, 3 – m. obliquus capitis inferior, 4 – m. obliquus capitis superior

zdroj: Grim, Druga et al., 2001

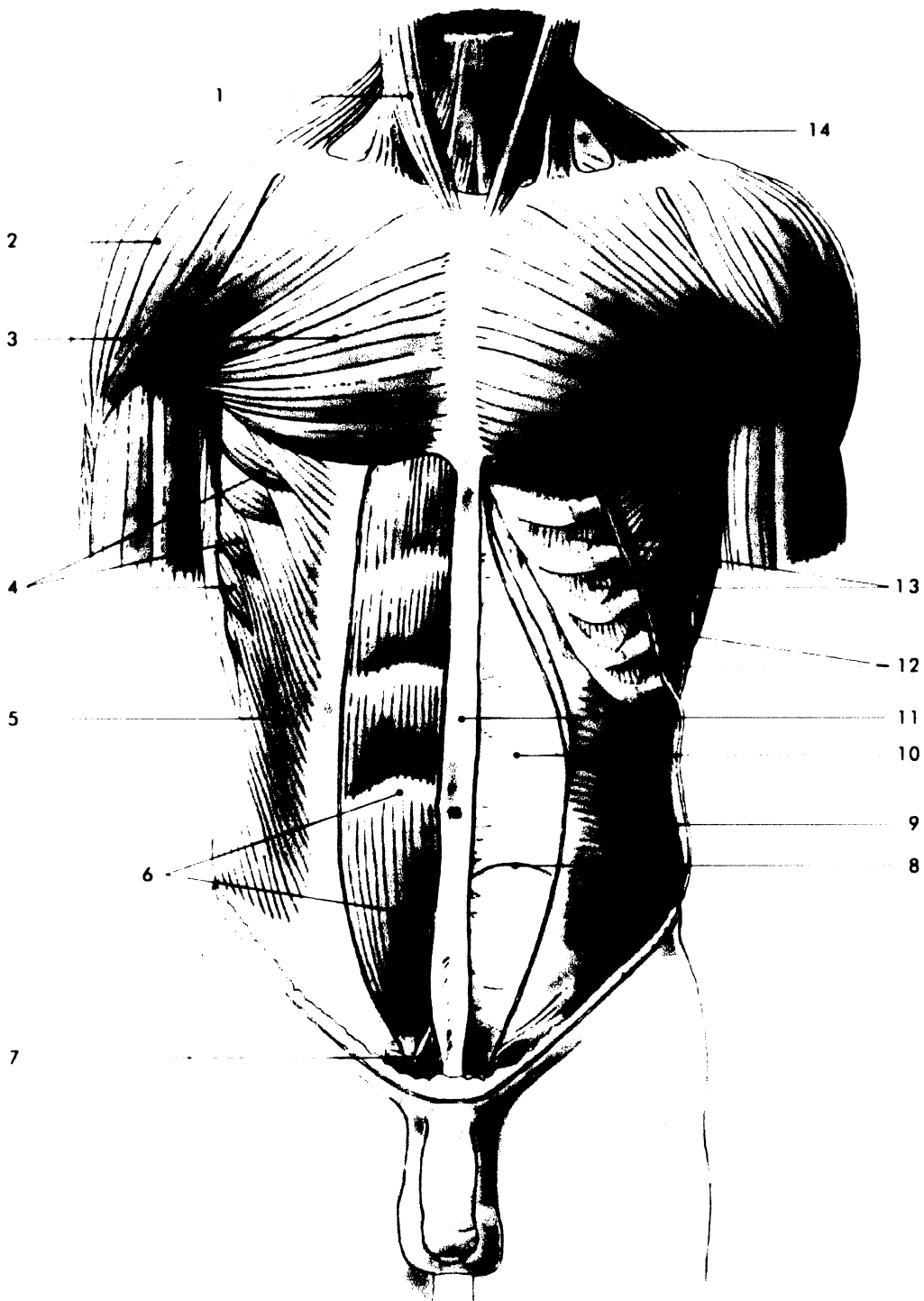
Obr. 1.3.2.6 Laterální svaly trupu



**Laterální skupina svalů trupu.** 1 – m. trapezius, 2 – m. deltoideus, 3 – m. latissimus dorsi, 4 – m. serratus anterior, 5 – m. obliquus internus abdominis, 6 – umbilicus, 7 – vagina m. recti abdominis, přední list, 8 – mm. intercostales externi, 9 – m. pectoralis major, 10 – mm. intercostales interni, 11 – m. pectoralis minor, 12 – m. sternocleidomastoideus (m. pectoralis major et m. obliquus externus abdominis zčásti odstraněny)

zdroj: Grim, Druga, 2001

Obr. 1.3.2.7 Přední skupina svalů trupu



**Přední skupina svalů trupu.** 1 – m. sternocleidomastoideus, 2 – m. deltoideus, 3 – m. pectoralis major, 4 – m. serratus anterior, 5 – m. obliquus externus abdominis, 6 – m. rectus abdominis et intersectiones tendinae, 7 – m. pyramidalis, 8 – linea arcuata, 9 – m. obliquus internus abdominis, 10 – vagina m. recti abdominis, zadní list, 11 – linea alba, 12 – mm. intercostales externi, 13 – mm. intercostales interni, 14 – m. trapezius

zdroj: Grim, Druga, 2005

## 1.4 Držení těla

Při vzpřímeném postoji se jako držení těla chápe držení trupu a pletenců (Vařeka, 2000). Při hodnocení správného držení se porovnává postoj s vertikálou, kterou představuje olovnice spuštěná ze záhlaví. Existuje mnoho názorů na určení správného držení těla, které plynou z různých kritérií hodnocení a subjektivního přístupu autorů.

Specifické je držení těla dítěte, dospělého, či staršího člověka, zdravého nebo nemocného člověka, a pod. Jedná se o přirozené, optimální rozložení jednotlivých částí těla člověka v prostoru tak, aby byla udržena rovnováha a funkce jednotlivých orgánů a soustav těla.

Podstatnou podmínkou je aktivita neurofyziologických a centrálních regulačních mechanismů, které ovládají posturální funkce. Tyto mechanismy řídí tedy antigravitační, stabilizační a balanční funkce. Informace o poloze těla a jeho částech jsou díky receptorům (receptory ve svalech, šlachách, kloubech, vestibulárních, zrakových a sluchových orgánech) a dostředivým nervovým drahám přenášeny do CNS, kde je vyhodnocen určitý komplex vjemů. Poté jdou z CNS signály prostřednictvím odstředivých drah do posturálních svalů. Opakovanou činností vznikají posturální reflexy a posturální pohybový stereotyp, jehož výsledkem je obraz celkového držení těla (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

### 1.4.1 Vývoj vzpřímeného držení těla

Vytvořením vzpřímeného držení těla u člověka došlo v jeho vývoji k velkým strukturálním změnám v zakřivení páteře, tvaru pánve, tvaru a postavení kloubů, ve funkci a souhře svalstva (Riegerová, Ulbrichová, 1998). Držení těla je výsledkem procesu vývoje, začínajícím narozením jedince a dokončením po pubertálním období s ukončením růstu. Postura je také ovlivňována faktory vnějšího prostředí a vnitřními faktory, které mají charakter trvalý a končí až smrtí jedince (Vařeka, 2000).

V postnatálním období dochází na páteři k několika významným změnám. Dítě se rodí v predilekční globální flexi, vycházející z intrauterinního vývoje (Vařeka, 2000). Na začátku prvního trimenonu nemá dítě v poloze na břicho vytvořenou opěrnou bázi, je

tedy schopno vykonávat jen nekoordinované pohyby trupu a končetin. Dítě ještě cíleně neřídí svalový tonus v režimu diferencované tuhosti spojení jednotlivých segmentů těla nutný k teleologickému pohybu. Segmenty těla netvoří ještě jeden funkční celek, ale chovají se nezávisle. Postupně však dochází k zapojování autochtonní muskulatury spolu s kontrakční aktivitou svalstva trupu a tím k jeho napřimování a vyrovnávání primitivní flexe pánve. Na konci 1. trimestru se začíná vytvářet v poloze na břiše oporná báze, vycházející z opory těla o lokty. Vyváženou aktivitou ventrálního a dorzálního svalstva spolu s koordinovaným zapojením dechového svalstva, včetně bránice, svalstva pánevního dna a hrtanového svalstva, je dosahováno napřimování páteře při vytvoření společného těžiště celého těla. Předpokladem vzpřimování a zmenšení oporné báze je pak odpoutávání hlavy od podložky (Vařeka, 2000). Ve 3. měsíci vzniká krční lordóza (Riegerová, Ulbrichová, 1998). V období půl roku života následuje flekční vývojové období, charakteristické flexí trupu i končetin při přitahování do sedu (Vařeka, 2000). Koncem 1. roku věku se formuje bederní lordóza (Riegerová, Ulbrichová, 1998). Kolem 4. roku života dochází k dokončení stoje s plným vzpřimením těla a napřimováním osového orgánu (Vařeka, 2000).

Charakteristické dvojesovité prohnutí páteře v dorsoventrální rovině je udržováno paravertebrálním svalstvem. Ve věku batolete a předškolním věku není ještě držení těla stabilizované. V mladším školním věku pak dochází k fixaci držení těla díky dokončenému vývoji svalstva. Dochází tak k vytváření návyku správného či vadného držení těla. Významnou roli při formování návyku držení těla hraje hlava a pánev. Poloha hlavy vzhledem k trupu formuje krční reflexy. Významné je také formování labyrintových reflexů, které souvisí s polohou hlavy a změnami rychlosti pohybu těla při vykonávání pohybové činnosti.

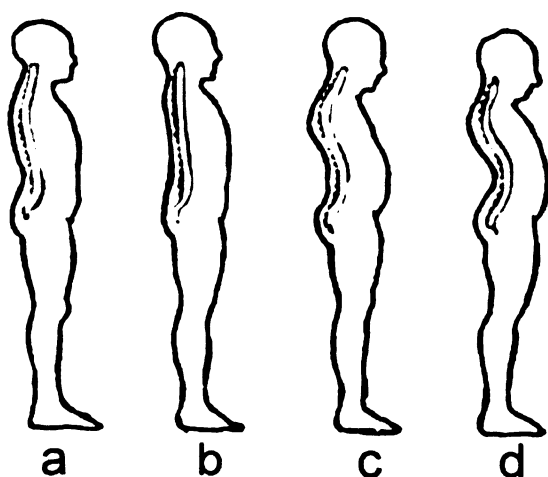
Na schopnosti ovládat postavení pánve závisí kontrola i úprava držení těla. Pánev má být skloněná přední částí dolu a dozadu (*inclinatio pelvis*), čímž se křížová kost dostává do šikmého postavení. Poloha pánve tedy závisí na koordinaci posturálních a fázických svalů přední a zadní stěny trupu.

Déletrvajícím jednostranným tréninkem bez kompenzačních cvičení obvykle vede k chybnému návyku držení těla. Formy vadného držení těla jsou rovněž v příčinném vztahu s hypokinézou, negativními faktory školního zatížení a pod. (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

### 1.4.2 Správné a vadné držení těla

Správné držení těla je charakterizováno takovým postojem, při kterém jsou jednotlivé části těla udržované nad sebou v gravitačním poli s minimálním napětím posturálních svalů. Kritériem je symetrie pravé a levé části těla a správná fyziologická křivka páteře. Obr. 1.4.2.1 znázorňuje typy křivek, podle kterých můžeme předpokládat, že povedou k vytvoření vadného držení těla (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Obr. 1.4.2.1 Typy zakřivení páteře



a – normální zakřivení páteře

b – zmenšené kyfotické zakřivení páteře (plochá záda)

c – zvětšená křivka v hrudní části páteře, zvětšená hrudní kyfóza

d – zvětšený lordotický oblouk

**Riegerová a Ulbrichová (1998)** charakterizují **správné držení těla** následovně:

- při bočním pohledu prochází kolmice spuštěná od přední strany zvučkovodu středem ramenního kloubu, středem kyčelního kloubu a směřuje před hlezenní kloub
- ramena směřují dolů a dozadu, hlava je posazena rovně, břicho je vtaženo

**Lomíček (1973)**: olovnice spuštěná ze záhlaví probíhá jako tangenta vrcholu hrudní kyfózy, dále intergluteálně a spadá mezi patní kosti. Od svislice je nejhlubší místo krční lordózy vzdáleno maximálně 2 cm a vrchol bederní lordózy maximálně 3 cm. Vadné držení je v tomto případě takové, které nesplňuje tyto limity, ale je dosažitelné vůlí. Naopak, strukturální vady jsou takové, které nedovolují ani volní dosažení správného držení těla.

**Rychlíková (1985):** navazuje na předchozí autory, kdy jsou končetiny nataženy v kolenním a kyčelním kloubu, těžiště je nad spojnicí středů kyčlí, hlava je vzpřímená a je patrná plynulá křivka páteře. Při předozadním pohledu se olovnice promítá do průběhu páteře. Olovnice spuštěná z processus mastoideus skalní kosti se při pohledu z boku promítá do těla obratle C7, prochází Th/L přechodem a dále směřuje mezi kolena asi 1 cm před hlezenní kosti.

**Novotná a Kohlíková (2000)** definují správné držení těla jako výsledek tvaru páteře, stavu svalstva, aktivní nervosvalové činnosti a psychického stavu.

**Vadné držení těla** charakterizují následovně:

- hlava je nejčastěji skloněna dopředu, záda jsou zakulacena, lopatky odstávají, ramena směřují dopředu
- zvětšení bederní lordózy bývá často jen zdánlivé, pánev je skloněna dopředu, svalstvo břicha je ochablé, takže obsah břišní dutiny se vyklenuje dopředu
- břišní i zádové svalstvo je insuficientní
- při skoliotickém držení těla má jedinec páteř vybočenou, ale vybočení není fixní
- kyfóza – vystupňování hrudní kyfózy, může zasahovat i do lumbální krajiny, nebo je jen v krátkém úseku hrudní páteře
- lordóza – vystupňování bederní lordózy
- hyperlordóza – posturální deformita při ochablých svalech a těžkém břichu (vyvíjí se také u sportovců s vysokým nárokem na pohyblivost kloubů, např. u gymnastů)

Vadné držení těla se zpočátku vyvíjí jako svalová disbalance mezi jednotlivými svalovými skupinami, později narůstáním změn na vazech, kloubech a kostech. Fyziologickou příčinou je selhání adaptačních dějů, kterými se svaly vyrovnávají s nevhodnými vnějšími faktory (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Podle statistiky má vadné držení těla 50% dětí (Novotná, Kohlíková, 2000).



### 1.4.3 Přehled nejčastějších oslabení, která vedou k vadnému držení těla

#### a) zvětšená hrudní kyfóza:

- ochabnutí šíjového a zádového svalstva
- ochabnutí mezilopatkového svalstva (m. trapezius, svaly rombické, zdvihač lopatky, široký sval zádový)
- zkrácení velkého a malého prsního svalu s odstáváním lopatek (Riegerová, Ulbrichová, 1998; Novotná, Kohlíková, 2000)
- příčinou může být Scheuermannova choroba - juvenilní kyfóza (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

#### b) zvětšená bederní lordóza:

- způsobena svalovou disbalancí, kdy se zkracuje bederní vzpřimovač (m. erector trunci) a ochabují přímé svaly břišní (mm. recti abdominis)

#### c) vysazené hýždě:

- způsobeno disbalancí, kdy se zkracuje bedrokyčlostehenní sval (m. iliopsoas) a ochabuje velký sval hýžděový (m. gluteus maximus). Vlivem tohoto působení dochází ke stažení kyčelního kloubu do ohnutí a vysazení hýždí

#### d) předsunutá držení hlavy:

- způsobeno disbalancí, kdy se zkracují šíjové svaly a ochabují hluboké ohybače krku (Novotná, Kohlíková, 2000)

### 1.4.4 Energetická kritéria držení těla

Z energetického hlediska chápeme držení těla jako konfiguraci, kdy při statické zátěži leží těžiště každého segmentu těla nad středem oblasti, která mu slouží jako podpůrná báze a vyváženost systému vyžaduje minimální aktivitu svalů. Při vadném držení těla je pohybový aparát nadměrně zatížen (Vařeka, 2000).

### 1.4.5 Strukturální základ držení těla a jeho řízení

Hlavní úlohu v držení těla hraje páteř od atlantookcipitálního skloubení po pánevní kruh s křížovou kostí. Páteř je složena ze segmentů, jejichž nastavení je dáno aktivitou hlubokých autochtonních intervertebrálních svalů. Tyto svaly jsou charakteristické tím, že se jejich vlákna proplétají s vlákny vazivovými. Vazivová vlákna jsou energeticky méně náročná na statické zatížení a hrají tak důležitou úlohu z hlediska držení páteře. Tyto struktury nepodléhají bezprostředně volnému vlivu, protože jsou funkčně zapojeny do automatických globálních motorických reakcí, které jsou tedy podvědomé, programově související se subkortikálním řízením (ovlivňuje nitrohruční a nitrobřišní tlak a kontroluje tak osový orgán jako celek). Autochtonní svaly jsou mimo jiné zdrojem propriocepce, protože poskytují informaci pro CNS (na úrovni spinální, kmenové, subkortikální, interoceptivní) o poloze, pohybu a napětí ve svalech. Významnou oblastí proprioceptivních sensorů je oblast krčního segmentu C<sub>0</sub> – C<sub>3</sub>, oblast m. quadratus lumborum, nebo také nohy.

Na kvalitě držení těla se podílejí také povrchové svaly zad (široký sval zádový, trapézový), které jsou vůlí ovlivnitelné. Jejich účast na držení těla může mít autochtonní charakter, kdy např. trapézový sval podmiňuje elevované držení pletence ramenního ve stresové situaci s dalšími částmi těla, podílejícími se na držení ostatních částí.

Spinální úroveň zabezpečuje lokální regulace na principu reflexní reciproké vazby. Kmenová úroveň zabezpečuje vyšší integrace, tedy symetrické a asymetrické šijové reflexy a sladí se s důležitými životními funkcemi (dýchání). Vestibulární a mozečkové funkce se uplatňují ve vzpřimovacích a rovnovážných reakcích. Úroveň mezimozku odpovídá za spřažení funkcí nutných ke stožení a ostatních motorických funkcí s vegetativní a hormonální činností a vztah k optické dráze.

Korové, tedy uvědomované řízení hraje v držení těla menší roli, než automatické podkorové funkce. Celkově je tedy řízeno nejen držení trupu a páteře, ale také držení všech segmentů těla, tedy celkový svalový tonus. Děje, které se účastní řízení a realizace držení celého těla, nazýváme jako děje posturální. Celkové držení těla se pak označuje jako *postura*. Je nutné poznamenat, že vyjadřuje klidový stav držení těla. Aktivovaný postoj, který je orientován k výkonu nějaké činnosti, označujeme jako *atituda*. Při hodnocení držení těla je tedy důležité posuzovat nejen pozici ve stožení, ale

také jiné pohybové aktivity, které v celodenní aktivitě a činnosti dominují (Vařeka, 2000).

Na celkovém držení těla se kromě svalového napětí podílí také postavení pánve. Páteř je s pánví spojena pevně. Každá změna postavení pánve má tedy vliv i na průběh páteře. Při pohybu páteře má hrají významnou úlohu sakroiliakální klouby. Při pohybu páteře mají stabilizační funkci, ale také na ni přenášejí pohyb dolních končetin.

Postavení os sacrum je důležité pro statiku páteře v sagitální rovině. Klopení os sacrum dopředu má vliv na tvar obratlů bederní páteře. Způsobuje změnu tvaru obratle L<sub>5</sub> do tvaru klínu a způsobuje zvětšení bederní lordózy. S tím souvisí i zvětšení hrudní kyfózy páteře a zvětšení kyfózy cervikothorakálního přechodu. Tento stav vede ke zvětšení krční lordózy, což má za následek retroflekční postavení atlasu a hlavy.

Klopení os sacrum dozadu má za následek její napřimování a klopení pánve vzad. Tím se zmenšuje bederní lordóza a oplošťuje průběh hrudní páteře. Tento stav vede k napřimování cervikothorakálního přechodu a podstatnému zmenšení krční lordózy (Rychlíková, 1997).

#### 1.4.6 Morfologické předpoklady držení těla

Na vzpřímeném držení těla se podílí činnost příčně pružovaného svalstva a také nervová činnost. Kontrakce svalů závisí na jejich typu, který vyplývá z jejich morfologické stavby funkčních vlastností. Rozlišujeme vlákna červená a bílá. Červená vlákna se vyznačují pomalým stahem a malou unavitelností. Bílá vlákna vykonávají rychlé pohyby, ale jsou brzy unavitelná.

Svalstvo rozdělujeme podle těchto vlastností na svalstvo tonické a fyzické. **Tonické** svalstvo je zastoupeno především červenými vlákny a má funkci zejména antigravitační a stabilizační. Má tendenci ke zkracování, což může při dlouhodobém stavu způsobit vychýlení kloubu z nulové polohy (Pokorný, 2000).

Tab. 1.4.6.1 Hlavní tonické svaly

<b>velký prsní sval</b>	<i>m. pectoralis major</i>
<b>zdvíhač lopatky</b>	<i>m. levator scapulae</i>
<b>horní č. trapézového svalu</b>	<i>m. trapezius</i>
<b>vzpřimovač páteře – krční a bederní část</b>	<i>m. erector trunci</i>
<b>čtyřhlavý sval bederní</b>	<i>m. quadratus lumborum</i>
<b>sval bedrokyčlostehenní</b>	<i>m. iliopsoas</i>
<b>přímý sval stehenní</b>	<i>m. rectus femoris</i>
<b>dvojhlavý sval stehenní</b>	<i>m. biceps femoris</i>
<b>sval poloblanitý</b>	<i>m. semimembranosus</i>
<b>sval pološlašitý</b>	<i>m. semitendinosus</i>
<b>sval hřebenový</b>	<i>m. pectineus</i>
<b>krátký přitahovač</b>	<i>m. adductor brevis</i>
<b>dlouhý přitahovač</b>	<i>m. adductor longus</i>
<b>trojhlavý sval lýtkový</b>	<i>m. triceps surae</i>

Zdroj: Pokorný, 2000

**Fázické** svalstvo se účastní zejména lokomoce. Rychle se zapojuje do pohybu, ale je rychle unavitelné. Tyto svaly mají tendenci k ochabování. V současné populaci je toto svalstvo zapojováno méně, proto je nahrazováno svalstvem tonickým. Tímto způsobem dochází k vzniku svalové disbalance, která se projevuje narušením rovnováhy mezi svaly tonickými a fázickými.

Tab. 1.4.6.2 Hlavní fázické svaly

<b>dlouhý sval hlavy</b>	<i>m. longus capitis</i>
<b>dlouhý sval krku</b>	<i>m. longus colli</i>
<b>svaly kloněné</b>	<i>m. scaleni</i>
<b>sval trapézový – střední a dolní část</b>	<i>m. trapezius</i>
<b>svaly rombické</b>	<i>m. rhomboidei</i>
<b>pilovitý sval přední</b>	<i>m. serratus anterior</i>
<b>přímý sval břišní</b>	<i>m. rectus abdominis</i>
<b>zevní šikmý sval břišní</b>	<i>m. obliquus externus abdominis</i>
<b>vnitřní šikmý sval břišní</b>	<i>m. obliquus internus abdominis</i>
<b>velký sval hýžďový</b>	<i>m. gluteus maximus</i>
<b>střední sval hýžďový</b>	<i>m. gluteus medius</i>
<b>malý sval hýžďový</b>	<i>m. gluteus minimus</i>

Zdroj: Pokorný, 2000

## 1.5 Úchylky od správného vývoje páteře, deformity páteře

### 1.5.1 Úchylky od správného vývoje páteře

Množství samostatných osifikačních jader obratlů podněcuje vývoj častých úchylek od normálního vývoje obratlů a páteře. Neuzavřením oblouků vzniká **zadní rozštěp páteřního kanálu** (spina bifida occulta). Vada může být skrytá a objevená náhodně (spina bifida occulta) nebo se projevuje vyhrěznutím obsahu páteřního kanálu (meningocele). **Rozštěp přední části páteřního kanálu** (spina bifida anterior) je velmi vzácný. Podle stupně postižení struktur u rozštěpů je klinický obraz normální, nebo vykazuje funkční a organické změny. Otevřený rozštěp vyžaduje chirurgické ošetření hned po narození.

Poruchami osifikace jednotlivých jader vzniká **klínový obratel**, obvykle poloviční (hemivertebra). Někdy vzniká blok klínových obratlů. Klínový, obvykle nadpočetný obratel, podmiňuje osovou úchylku páteře – **vrozenou skoliózu**.

**Klippelův – Feilův syndrom** je synostóza krčních obratlů, omezujících jejich růst. Hlava pak nasedá na trup jakoby bez krku.

**Asimilační změny** způsobují tvarové přizpůsobení okrajového obratle jednotlivého oddílu páteře k druhému. Má-li poslední lumbální obratel charakter prvního sakrálního, mluvíme o sakralizaci, v opačném případě o lumbalizaci. Tyto změny vedou v pozdějším věku k různým obtížím (např. bolestí v kříži) (Kubát, 1985).

### 1.5.2 Deformity páteře

Deformity páteře dělíme podle roviny na deformity v rovině frontální – skoliózy a deformity v rovině sagitální – kyfózy hrudní a lordózy bederní.

#### **Kyfóza**

Kyfóza je deformita páteře, která se vyskytuje zejména v hrudní oblasti páteře. Rozeznáváme kyfózy s dlouhým a krátkým obloukem. V kojeneckém věku je diagnóza obtížná, nápadná je až kyfóza při zakřivení kolem 90°. Měření kyfózy se provádí

obvykle podle Cobba, nebo spojením průsečíků neutrálního dolního a horního obratle s průsečíkem vrcholového obratle. Výsledný úhel se rovná úhlu kyfózy.

### **Kyfózy dělíme podle etiologie na:**

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| - posturální          | - M. Scheuermann        |
| - kongenitální        | - neuromuskulární       |
| - meningomyelocele    | - záněty                |
| - chirurgický výkon   | - následky postradiační |
| - poruchy metabolismu | - dysplazie skeletu     |
| - nádory              | - následky úrazů        |
| - choroby kolagenu    | (Kubát, Mrzena, 1986)   |

V praxi se nejčastěji vyskytuje kyfóza **posturální** (školní). Základ má v přetížení dítěte vlivem dlouhodobého pobytu ve škole.

Déle se často vyskytuje kyfóza **Scheuermannova** (kyfosis adolescentium). Jedná se o onemocnění epifýz obratlů v pubertálním období, většinou u chlapců. Začíná zvětšováním hrudní kyfózy, únavou a bolestmi zad. Dále dochází ke zkrácení pektorálních svalů. Dochází také k prolomení horní nebo dolní krycí ploténky a vniknutí části meziobratlového disku do obratlového těla. Později dochází ke snižování přední části těla obratle a vzniku klínového obratle.

Při hrudní kyfóze je mírně omezena pohyblivost, zejména předklon a úklon (Kubát, Mrzena, 1986).

Výskyt v české populaci se pohybuje mezi 3 – 20% (Trnavský, Kovařík, 1997)

Rachitická kyfóza je v současné době vzácná, objevuje se v předškolním věku.

(Kubát, 1985)

### **Lordóza**

Jedná se o hyperlordózu v lumbální oblasti páteře. Vyskytuje se u těžších dětí, které začínají chodit. U některých dětí přetrvává, zvláště v těch případech, kdy má dítě zvýšenou kloubní laxitu a hypotonické svalstvo. Jinak se vyskytuje hyperlordóza jako kompenzace kyfózy hrudní páteře. Vyskytuje se také u flexních kontraktur v kyčlích, u oboustranných kyčelních luxací, při myelomeningocele a u osteochondritidy.

U primárních hyperlordóz je třeba posílit břišní svalstvo a zádové svalstvo (Kubát, Mrzena, 1986)

### 1.5.3 Deformity páteře v rovině frontální – skoliózy

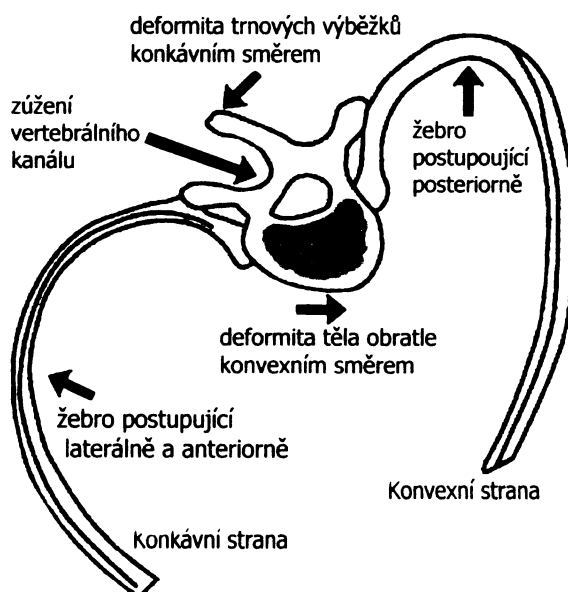
#### 1.5.3.1 Charakteristika skoliózy

Tento známý pojem je chápán jako vybočení páteře ve frontální rovině. Takovéto zakřivení má v dospělosti většina populace. Čihák (2001) uvádí, že v klidu má každá páteř mírné vybočení mezi Th<sub>3</sub> – Th<sub>5</sub>, u 85% případů dextrokonvexní. Toto je způsobeno asymetrickým rozdělením vnitřních orgánů v břišní dutině (Čihák, 2001).

Z hlediska klinického je skolióza poruchou držení těla ve všech třech rovinách: frontální, sagitální a transverzální (rotaci). Vybočení páteře bývá jedno i vícekřivkové. Podle toho rozeznáváme C nebo S skoliózu, nebo skoliózu s 1, 2, či 3 oblouky. U vícekřivkových skolióz se určuje primární křivka, která způsobuje nejzávažnější strukturální změny. U 3 křivkové skoliózy to bývá prostřední křivka, u dovukřivkové to mohou být obě (Kubát, 1985).

Skolióza je tedy komplikovaná deformita, charakteristická laterálním zakřivením a rotací obratlů. S postupnou progresí se obratle a rotační proces v hlavní oblasti zakřivení páteře natačí ke konkávní straně křivky. V konkávní oblasti křivky jsou tedy žebra blíže k sobě. Následující obrázek ukazuje, jak rotaci těl obratlů doprovází rotace žeber při hrudní skolióze.

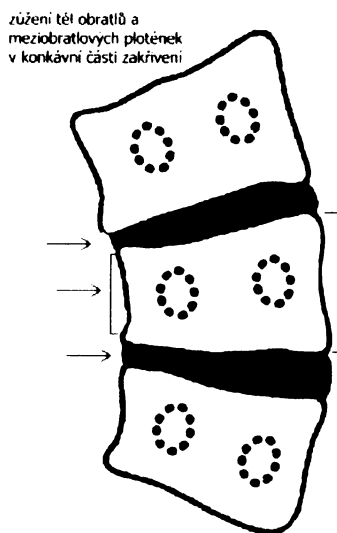
Obr. 1.5.3.1.1 hrudní skolióza – deformita Zdroj: upraveno podle Michael, Richardson, 2000



Z asymetrie zatížení a růstu se stává výška těla obratlového na straně konkavity nižší, dochází k deformaci a změně polohy kloubních výběžků, lig. longitud. ant. je rozvlákněno a sklouzává na konkávní stranu. Diskus je na konkávní straně zmáčknut.

Dále se objevují rozdíly v délce obratlových oblouků a dochází také k prohnutí obratlové osy (Kubát et al., 1985). Jeden oblouk vychyluje páteř do strany a druhý ji v jiném úseku páteře vrací zpět, aby byla zachována rovnováha. Nejvýraznější rozdíl je v oblasti hrudní páteře. Dítě s výraznou skoliózou mívá zkrácený trup a dva hrby. Jeden vzadu, druhý na opačné straně vpředu (Novotná, Kohlíková, 2000). Změny osy obratle vedou k změně odstupů žeber nebo ke změně uložení paravertebrálních svalů a vytváření se tak paravertebrální prominence, neboli gibus. Změna odstupů žeber podmiňuje tvarovou změnu celého hrudního koše. Změny velikosti interhrudního prostoru způsobují poruchy plicní ventilace a postihují také srdce. Během doby dochází ke změnám tvaru těla obratle, které se přizpůsobuje umístění v křivce. Rozeznáváme obratel: vrcholový, obratle koncové a obratle přechodné (Kubát, 1985).

Obr. 1.5.3.1.2 Změna tvaru těl obratlů a meziobratlových plotének



Zdroj: upraveno podle Michael, Richardson, 2000



### 1.5.3.2 Dělení skolióz

Skoliózy se rozdělují do dvou základních skupin:

- skoliózy funkční
- skoliózy strukturální

**Funkční skoliózy** nejsou fixované. Znamená to tedy, že je lze aktivně či pasivně vyrovnat při vyšetření (např. úklonem, trakcí, předklonem apod.). V některých případech mohou vymizet sami po odeznění faktoru, který skoliózu vyvolával. Bývají také často příčinou jiné patologie, kterou kompenzují. Při delším trvání mohou funkční skoliózy přecházet ve strukturální (Vařeka, 2000). Příkladem může být zkrácení dolní končetiny o více jak 3 cm (Kubát, 1985).

**Strukturální skoliózy**, jak již název napovídá, vyvolávají strukturální změny. Způsobují zejména klínovité změny obratlů, jejich torzi a rotaci. Dále způsobují fixovanou asymetrii paravertebrálních zón. Charakteristické je také to, že křivku páteře nelze pasivně ani aktivně vyrovnat.

Následující tabulka uvádí typy strukturálních skolióz, které vycházejí z etiologického rozdělení, doporučeného Společností pro výzkum skoliózy (Vlach, 1986)

#### **Klasifikace typů strukturní skoliózy podle etiologie:**

##### **Idiopatická**

Infantilní  
Juvenilní  
Adolescenční

##### **Neuromuskulární**

Neuropatická

z postižení horního motorického neuronu

- dětská mozková obrna
- spinocerebelární obrna
- syringomyelie
- tumor míchy
- trauma míchy
- jiné

z postižení dolního motorického neuronu

- poliomyelitis

- jiné virózní myelitidy
- trauma
- míšní svalová atrofie
- myelomeningocele
- jiné

Myopatická

- Artrogrypóza
- Svalová dystrofie
- Typová disproporce svalových vláken
- Kongenitální hypotonie
- Dystrofická myotonie
- Jiné

## **Kongenitální**

Porucha formace

- Klínový obratel
- Poloobratel

Porucha segmentace

- Jednostranná
- Oboustranná

Smíšená

## **Při neurofibromatóze**

## **Z poruch mezenchymu**

Marfan, Ehlers-Danlos, jiné

## **Při revmatickém onemocnění**

## **Traumatické**

- Zlomenina
- Operační výkon
- Ozáření

## **U extravertebrálních kontraktur**

(po empyému, popáleninách)

## **Při osteochondrodystrofií**

- Diastrofické trpaslictví
- Mukopolysacharidóza
- Spondyloepifyzární dysplazie
- Dysplasia epiphysealis multiplex
- Jiné

## **U kostní infekce**

(akutní, chronická)

## **Z poruchy metabolismu**

- Křivice
- Osteogenesi imperfekta
- Homocystinurie

Jiné

### **Ve vztahu k lumbosakrálnímu přechodu**

Spondylolýza a spondylolistéza

Kongenitální anomálie lumbosakrálního přechodu

### **Při tumoru**

Páteře (osteoid osteoma, histiocytóza X, jiné)

Míchy

## **Kritéria pro stanovení skoliózy**

Společnost pro výzkum skoliózy považuje za skoliózu stranové zakřivení páteře v rozsahu 11° a více stupňů.

U nás je v praxi dosud nejrozšířenější posuzování tíže skoliózy podle návrhu komise ortopedické společnosti, které bylo zavedeno rozhodnutím tehdejšího MZd (Lomíček, 1973). Toto dělení vychází z úhlové velikosti zakřivení stanovené metodou dle Cobba (Tab. 1.5.3.2.1 ).

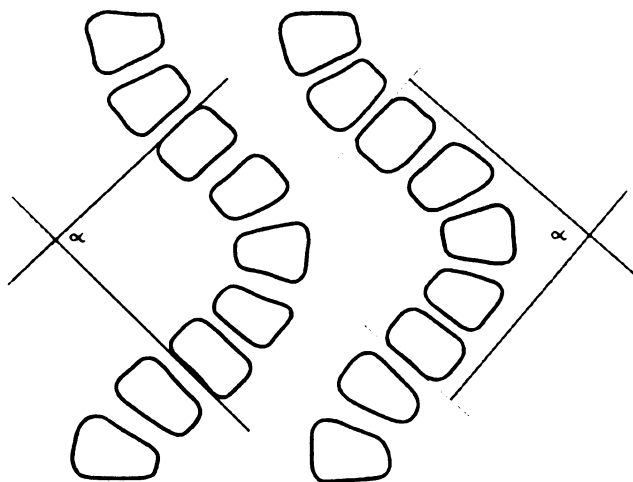
Tab. 1.5.3.2.1 Stanovení stupně skoliózy podle velikosti Cobbova úhlu

IA	< 10°
IB	10,1° - 30°
II	30,1° - 60°
III	60,1° - 90°
IV	90° <

Zdroj: Fyzioterapie, 2000

Metoda měření podle Cobba je často používána v praxi, kdy využívá měření úhlů na rentgenových snímcích. Za patologickou skoliózu se považuje ta, která **přesahuje 11°**. Cobb navrhl měřit úhel křivky tak, že se na předchozím rentgenogramu narýsuje linie paralelní s horním okrajem horního a s dolním krajem dolního hraničního obratle, přičemž úhel skoliózy se pak rovná úhlu mezi kolmicemi vztyčenými z těchto linií.

Obr. 1.5.3.2.1 Měření skoliózy na rtg. snímku podle Cobba



Zdroj: upraveno podle Lomička, 1973

### 1.5.3.3 Jiné způsoby dělení skolióz

#### Klasifikace podle typů křivek

Tab. 1.5.3.3.1 Klasifikace skoliózy podle typů křivek (Kubát, 1985)

lumbální	dospívající dívky vrchol L1 nebo L2 vždy kompenzační křivka většinou benigní lumbalgie po 30. roce věku
thorakolumbální	málo časté, vrchol Th11 či Th12
hrudní	nejčastější hlavně dívky jen 1/3 končí pod 70°, ostatní nad 100°
dvojitá křivka	hrudní - většinou doleva lumbální (thorakolumbální) doprava výrazný rtg a malý klinický nález většinou dobrá prognóza, operace nevhodná pro riziko pseudoartrózy

### **Klasifikace podle doby vzniku:**

infantilní – do 3 let věku dítěte

juvenilní – mezi 3 – 10 rokem

adolescentní – po 10 roce

(Kubát, Mrzena, 1986)

### **Klasifikace podle lokalizace vrcholu křivky**

krční - obratle C<sub>1</sub> – C<sub>6</sub>

horní hrudní - obratle C<sub>7</sub> – Th<sub>1</sub>

hrudní - obratle Th<sub>2</sub> – Th<sub>11</sub>

hrudně bederní – obratle Th<sub>11</sub> – L<sub>4</sub>

bederní – obratle L<sub>2</sub> – L<sub>4</sub>

bederně křížová – obratle L<sub>5</sub> – S<sub>1</sub>

#### **1.5.3.4 Idiopatická skolióza (IS)**

Vzniká a vyvíjí se v průběhu růstového období u jedinců původně zdravých. Výskyt je častější u dívek. Většina malých křivek progreduje minimálně nebo vůbec, u pomalu progredujících křivek může dojít v době dospívání k zastavení na 20 – 25° (Vlach. 1986).

Tento typ strukturální skoliózy tvoří velkou část všech případů této poruchy. Vařeka (2000) uvádí, že podle různých autorů 45 – 75%. Etiopatogeneze tohoto onemocnění je neznámá. Lomíček (1973) uvádí několik desítek teorií různých autorů, které se mnohdy liší a také si odporují. Příčinou mohou být např.: přetížení páteře, nervosvalové poruchy, neurogenní poruchy, dědičnost, poruchy normálního vývoje obratlů, poruchy cévního zásobení, zánět, traumatické změny, metabolické poruchy, hormonální odchylky a další. Lomíček (1973) uvádí, že mohou existovat jisté dispozice, vedoucí z metabolických poruch, které se při přetížení a spolupůsobení jiných faktorů podílejí na vzniku této nemoci (Lomíček 1973).

Vybočení páteře při IS bývá jedno (označuje se „C“) nebo vícekřivkové (označuje se „S“). IS může mít jedno až tři vyhnutí. U vícekřivkových skolióz se určuje

tzv. primární křivka. Bývá to ta, která podmiňuje vznik dalších kompenzačních křivek. Kaiser a Cobb však uvádí, že primární křivkou je ta, která prodělává největší strukturální změny. U 3-křivkové skoliózy je primární křivka prostřední, u 2-křivkové mohou být i obě.

Ze strukturálních změn jsou nejdůležitější: rotace, zklíhovatění obratlů a torze. Vyhnutí páteře do strany je doprovázeno vychylováním obratlů a jejich částí. Tělo obratle se proti výběžku vychyluje více do konvexity. Obratel je také proti své původní poloze pootočen. Dále obratel mění svůj tvar díky nerovnoměrné zátěži. V konkávním místě křivky klínovatí.

### Klasifikace IS skoliózy

Tab.1.5.3.4.1 Typy křivek IS modifikace Ponsetiho a Friedmana 1950 (Vlach, 1986)

jednoduchá hlavní thorakální	Th5(4, 6)-Th(X)dx-Th12(11, L1 a 2), vedlejší flexibilní lumbální
jednoduchá hlavní thorakolumbální	Th8(9, 10)-L3, dosti flexibilní
jednoduchá hlavní lumbální	Th11(12, L1)-L2sin-L5(4), krátké frakční křivky kranálně a kaudálně
jednoduchá hlavní horní thorakální	od Th1(2, C7), málo obvyklá, konvexita doleva
hlavní thorakální a vedlejší lumbální zakřivení	od Th4(5)-Th(X)dx-Th12(L1)-L(X)sin- L4(5)
dvojitá hlavní thorakální	Th1(2)-Th3(4)sin-Th5(6)-dx-Th11(12), horní je více strukturální, dále vedlejší bederní
dvojité hlavní thorakální a thorakolumbální	Th4-Th6(7)dx-Th9(10)-Th12(L1)sin-L3
dvojité hlavní thorakální a lumbální zakřivení	Th4(5,6)-Th7(8)dx-Th10(11,12)- L1(2)sin-L4(5)
typy s více křivkami	
lumbosakrální křivka	

### Mezinárodní klasifikace idiopatické skoliózy

Novou mezinárodní klasifikaci idiopatické skoliózy sestavil Lawrence Lenke na základě nových poznatků. Vycházel ze stávající Kingovy stupnice. Lehkeho stupnice je založena na 6 základních typech idiopatických křivek. Rozlišuje je podle stupně a počtu zakřivení. Každá ze 6 základních skupin je dále dělena podle parametru lumbálního a sagitálního na další podskupiny.

Lumbální parametr obsahuje stupně A, B, C, které popisují zakřivení lumbální oblasti od středové sakrální vertikální linie.

Sagitální parametr hodnotí profil hrudní páteře. Normální profil je značen písmenem N a vyjadřuje úhel hrudní kyfózy v rozmezí 20 – 40°. Hypokyfóza či lordóza se značí znaménkem -, kyfóza nad 40° znaménkem +. U kyfózy se rozlišuje její lokalizace na proximální hrudní (PT) a thorakolumbální (TL).

Mezi nedostatky této klasifikace patří velké množství stanovených typů křivek a dvourovinový pohled na deformity.

Tab. 1.5.3.4.2 Nová klasifikace skoliózy podle Lenkeho (Edgar, 2000)

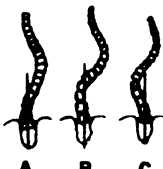
Criteria for curve classification				
Curve type				
Type	Proximal thoracic	Main thoracic	Thoracolumbar/lumbar	Curve type
1	Non-structural	Structural (major*)	Non-structural	Main thoracic (MT)
2	Structural	Structural (major*)	Non-structural	Double thoracic (DT)
3	Non-structural	Structural (major*)	Structural	Double major (DM)
4	Structural	Structural (major*)	Structural	Triple major (TM)
5	Non-structural	Non-structural	Structural (major*)	Thoracolumbar/lumbar (TL/L)
6	Non-structural	Structural	Non-structural (major*)	Thoracolumbar/lumbar-main thoracic (TL/L-M*)

\*Major=largest Cobb measurement, always structural, minor=all other curves with structural or tors applied.

Location of apex (SRS definition)	
Curve	Apex
Thoracic	T2-T11-12 disc
Thoracolumbar	T12-L1 L1-2 disc-L4

Lumbar spine modifier		Modifiers		Thoracic sagittal profile	
A	CSVL between pedicles		-	(Hypo)	<10 C
B	CSVL touches apical body(ies)		N	(Normal)	10 -40
C	CSVL completely medial		.	(Hyper)	>40

Curve type (1-6) + lumbar spine modifier (A, B or C) + thoracic sagittal modifier (-, N or +)

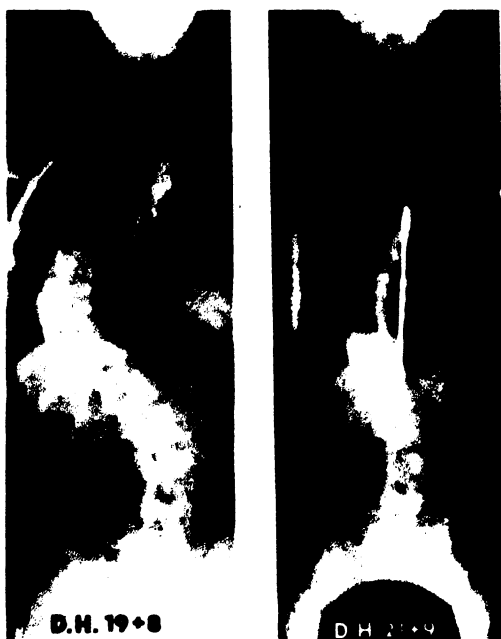
SRS-Scoliosis Research Society, CSVL - centre sacral vertical line, Modified from ref 1 with permission.

## Typy idiopatických křivek:

Jednoduchá hlavní torakální křivka

Téměř vždy se tato křivka orientuje konvexní stranou doprava. Její vrchol leží v hrudní části páteře. Těžké stavy tohoto typu deformují postavu ze všech IS nejvíce. Často se vyskytuje v kombinaci s hrudní hypokyfózou. Lordotizace hrudní páteře se může podílet na poruše funkce plic.

Obr. 1.5.3.4.1



Pravostranná hlavní torakální idiopatická křivka 94° před operací, korigovaná na 55°.



### Jednoduchá hlavní thorakolumbální křivka

Vrchol křivky leží na thorakolumbálním přechodu. Bývá značně flexibilní, horní hrudní páteř bývá lehce zakřivená. Často bývá objevována v lehčích formách při školních prohlídkách.

Obr. 1.5.3.4.2



Levostranná thorakolumbální idiopatická křivka 63° korigovaná operací na 23°.

### Jednoduchá hlavní lumbální křivka

Vrchol křivky leží v bederní páteři. Je nejčastější křivkou vychýlenou konvexní stranou doleva. Maxima dosahují 60°, bývá doprovázena zešíkmenou pánví, níže na konvexitě hlavní křivky. Také bývá často k nalezení při školním prohlídkách, zejména u dětí mladšího školního věku. Těžké křivky často deformují pas.

Obr. 1.5.3.4.3

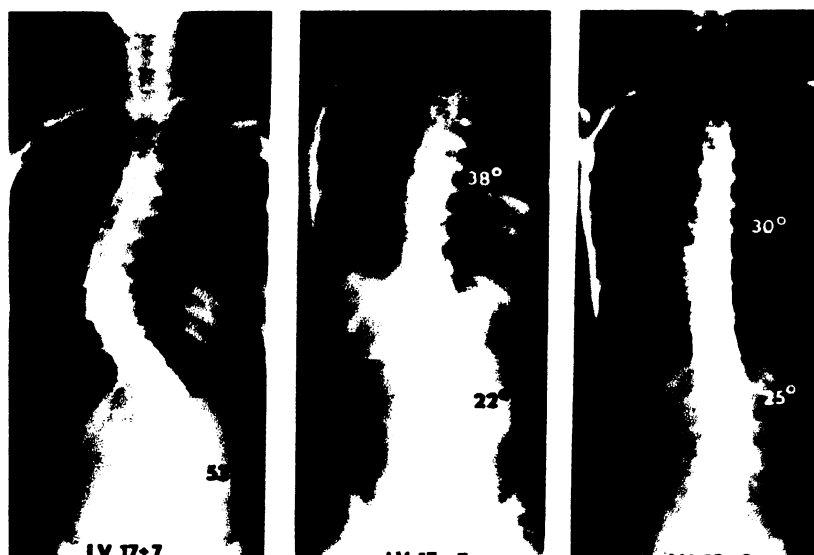
Levostranná lumbální křivka 72°  
korigovaná operací na 31°



### Hlavní thorakální a vedlejší lumbální křivka

Běžný typ IS s pravostrannou hrudní křivkou, kterou kompenzuje bederní křivka. Hrudní zakřivení bývá těžší, lumbální je více flexibilní a v trakci a úklonu se více koriguje. V průběhu let se flexibilita bederní křivky snižuje a stává se také hlavní.

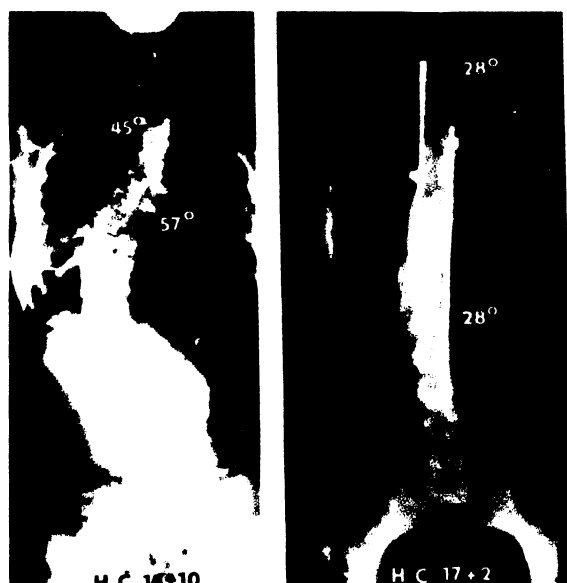
Obr. 1.5.3.4.4



Hlavní torakální křivka 57° a vedlejší lumbální křivka 53°. Druhý obrázek ukazuje pozici v trakci a třetí po operační korekci.

### Dvojité hlavní thorakální zakřivení

Vrchol obou křivek leží v hrudní páteři. Horní bývá většinou orientována konvexitou doleva. Horní křivka je značně strukturální, spodní méně. Lumbální zakřivení bývá volné, málokdy strukturální. Při pohledu zepředu bývá zřetelná asymetrie báze šíše, způsobená elevací žeber horní hrudní křivkou. Z hlediska léčby je



tento typ obtížný, protože špatně reaguje na Milwaukee i sádrový korzet.

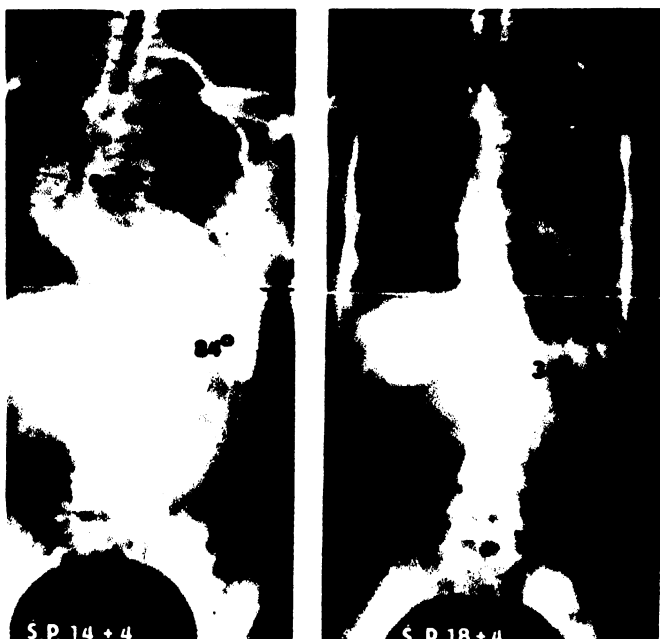
Obr. 1.5.3.4.5

Horní hrudní levostranná křivka 45° a spodní křivka 57°. Druhý obrázek ukazuje pooperační stav.

### Dvojité hlavní thorakální a thorakolumbální zakřivení

Hrudní křivka je kratší, směřuje konvexní stranou doprava. Thorakolumbální křivka více deformuje trup, ale může být volnější než thorakální. Obě křivky se objevují současně.

Obr. 1.5.3.4.6



Hlavní torakální 98° a thorakolumbální 84° křivka. Druhý obrázek ukazuje pooperační stav

### Dvojité hlavní thorakální a lumbální zakřivení

Hrudní křivka směřuje konvexní stranou prakticky vždy doprava. Objevuje se obvykle v juvenilním období. Obě křivky jsou od počátku stejně strukturální, s postupujícím věkem narůstají.

Obr. 1.5.3.4.7

Dvojité hlavní thorakální 67° a lumbální 64° zakřivení. Druhý obrázek ukazuje pooperační korekci



### 1.5.3.5 Výskyt skoliózy a její prognóza

#### 1.5.3.5.1 Výskyt skoliózy

Nejčastějším typem strukturální skoliózy je skolióza idiopatická. Podle Vařeky (2000) tvoří 45 – 75% případů výskytu, podle Kubáta (1985) je to celých 80%. Vlach (1986) uvádí četnost idiopatické skoliózy u šestnáctileté mládeže podle různého stupně křivek:

- 10 – 19° se vyskytlo u 3% vyšetřovaných
- 20 – 29° se vyskytlo u 0,5% vyšetřovaných
- nad 30° se vyskytlo u 0,3% vyšetřovaných

Dále uvádí, že výskyt IS je častější u dívek v poměru k chlapcům 2:1. Z výzkumu také zjistil, že 1% šestnáctiletých dívek má skoliózu 20°.

#### 1.5.3.5.2 Výskyt IS podle věku

**Infantilní IS** – nacházíme ji při narození nebo se objevuje do 3 let věku. Bývá častější u chlapců, v hrudní oblasti. U 80 – 90% případů dochází spontánnímu napřímení, zbylé křivky progredují a stávají se závažnými.

**Juvenilní IS** – objevuje se mezi 3 rokem věku a začátkem puberty. U dívek i chlapců se vyskytuje rovnoměrně. Běžné jsou malé neprogredující křivky. Jednoduché thorakální křivky progredují rychle v období dospívání a vyžadují i operativní zásah. Dvojitě thorakální a lumbální křivky progredují pomalu.

**Adolescentní IS** – deformita se objevuje v období puberty a před ukončením růstu. Delší křivky progredují rychleji než krátké. Po dosažení kostní zralosti se křivky pod 40° obvykle nezhoršují (Vlach, 1986).

Četnost výskytu skoliózy v populaci se podle jednotlivých autorů liší. Celkově se pohybuje procento výskytu v celé populaci mezi 2 – 10% (Vařeka, 2000). Lomíček uvádí odhad mezi 3 – 6 %.

### 1.5.3.5.3 Prognóza

Prognóza dalšího rozvoje skoliózy závisí na jejím typu, závažnosti, věku jedince a typu křivek. Vařeka (2000) uvádí, že se prognóza zlepšuje s pozdním nástupem skoliózy. Dále uvádí, že po ukončení růstu je nebezpečí rychlé progresy minimální.

Lomíček uvádí, že křivky do 30° progredují méně, než křivky těžší. Podle Vařeky (2000) u většiny případů do 30° končí progresy samovolně, i bez léčby. Zakřivení do 19° progreduje jen u 10% dívek ve věku 13 – 15 let a jen u 4 % starších dětí. U dospívajících s těžšími křivkami progreduje až 50 – 90 % případů.

### 1.5.3.6 Způsoby léčby IS skoliózy

- **Konzervativní léčení**

U infantilních křivek se zahajuje léčení u všech, které progredují. Léčí se také křivky nad 20°. K léčení se používají Kalabisovy třmeny, Denis – Brownova lůžka, později trojbodový sádrový korzet nebo Milwaukee ortéza.

U juvenilních křivek nad 20° probíhá léčba pomocí ortézy. Nebezpečné je období puberty, kdy dochází ke zhoršení a je nutná operace.

Adolescentní křivky se léčí v rozmezí 20 – 40° ortézou.

- **Operační léčení**

Infantilní křivky nad 50° se léčí operativně bez ohledu na věk, které nereagují na konzervativní léčení. Stejně tak se operují juvenilní křivky.

Adolescentní křivky se operují nad 60°.

Obr. 1.5.3.6.1 Milwaukee korzet



## 1.6 Vyšetřování vadného držení těla

### 1.6.1 Kvalitativní vyšetření

Tyto metody se opírají o subjektivní hodnocení držení těla. Výsledkem je tedy kvalitativní konstatování stavu držení těla.

Při vyšetřování vadného držení těla vycházíme z normálního fyziologického postavení (Novotná, Kohlíková, 2000).

- Podle svalové funkce rozeznáváme tato držení těla (Novotná, Kohlíková, 2000):

- návykové držení těla s klidovým napětím svalstva
- vzpřímené držení těla s aktivním napětím svalstva
- držení těla při únavě s ochablým svalstvem

- Matthiaseho test (Novotná, Kohlíková, 2000):

Při tomto testu stojí proband ve vzpřímeném postoji s horními končetinami v předpažení v 90°. V této pozici vytrvá 30 sekund. Jestliže se postoj po této době v podstatě nemění, má dítě správné držení těla. Jestliže se po této době horní část hrudníku sklání dozadu, ramena dopředu a proband vystrkuje břicho, má vadné držení těla. Tento test se provádí u dětí do 4 let věku.

- Kleinův a Thomasův test (Novotná, Kohlíková, 2000):

Rozlišuje 4 stupně držení těla:

- výtečné držení těla (hlava vzpřímená, hrudník vypjatý, sternum tvoří nejvíce prominující část, břicho zatažené, ploché, zakřivení ve fyziologickém rozmezí, obě ramena ve stejné výši, souměrná, lopatky neodstávají).
- dobré držení těla (hlava lehce nachýlená dopředu, hrudník lehce oploštělý, břicho zatažené jen částečně, zakřivení zdůrazněné nebo oploštělé, ramena lehce nesouměrná, lopatky lehce odstávají).
- chabé držení těla (hlava skloněná dopředu, hrudník plochý, břicho chabé a prominující, zakřivení zvětšené nebo oploštělé, nestejná výška ramen, lopatky odstávají).
- špatné držení těla (hlava značně skloněná, hrudník vpadlý, břicho tvoří nejvíce prominující část, zakřivení značně zvětšeno, lopatky značně odstávají, asymetrie ramen a boků)

- Hodnocení podle metody Jaroše a Lomíčka (1957):

Pomocí vertebrální škály se hodnotí držení hlavy a krku, konfigurace hrudníku, břicho se sklonem pánve, křivka zad a držení v čelní rovině. Hodnotí se pomocí známek, tedy 1, 2, 3, 4. Držení těla se známkou 1 se jeví jako bez odchylky od normy, 2 vykazuje malé odchylky, 3 větší odchylky a 4 je hodnocena jako těžké držení těla.

Při hodnocení je třeba označit konstituční typ probanda a charakterizovat jeho celkové nedostatky v držení těla (kulatá záda, hyperlordóza, plochá záda apod.). Hloubku lordózy měříme od vertikály olovnice spuštěné z protuberantia occipitalis externa s přesností na 0,5 cm. Jestliže nelze spustit olovnici ze záhlaví, zaznamenáváme vzdálenost od záhlaví k vertikále, která je tangentou hrudní páteře a prochází rýhou mezihýžďovou. Pro stanovení úhlů se používá goniometr nebo průhledný úhloměr (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

#### 1.6.2 Kvantitativní vyšetření

- Adamsův test

Tento test vyhodnocuje souměrnost paravertebrálních valů. Proband, který je podroben vyšetření, stojí s nohama u sebe, nataženými koleny a volně spuštěnými horními končetinami, které se dotýkají dlaněmi.

Hodnotí se dva parametry. Jako první se hodnotí rozdíl výšky paravertebrálních valů. V hrudní oblasti se hodnotí jako pozitivní rozdíl nad 8mm a v bederní oblasti rozdíl nad 5 mm. Za druhé se hodnotí úhel rotace (úhel, který svírá tečna obou valů s horizontálou. Jako pozitivní se hodnotí úhel nad 5° (Vlach, 1986).

Cassar-Pullicino a Eisenstein (2002) uvádějí, že úhel rotace 7° odpovídá hodnotě úhlu 20°, měřeného podle Cobba.

- Test stoje na dvou vahách

Tento test hodnotí symetrii zatěžování opěrných ploch dolních končetin. Podle Rychlíkové (1997) se nerovnoměrnost zatěžování levé a pravé dolní končetiny vyskytuje při funkčních poruchách páteře, zejména v oblasti pánve a hlavových kloubů (při jejich blokádě se vyskytnou difference v zatěžování mezi 15 – 20 kg.

Vážení probandů se provádí za standardních podmínek, na osobních digitálních vahách. Váhy se umístí bez dotyku na pevnou horizontální podložku. Váhy jsou položeny displeji od sebe. Na obou vahách je vyznačena lokalita pro umístění chodidla. Úhel, který

vyznačená chodidla svírají, se rovná  $30^\circ$ . Proband je vážen ve spodním prádle tak, že se postaví na vyznačená místa nášlapných ploch, s horními končetinami podél těla, dívá se dopředu v horizontální rovině očí. Stoj je klidný, s klidným dýcháním. Poté, co se hodnoty váhy na displeji ustálí, odečítáme jejich hodnoty.

Za hranici fyziologického rozdílu stranového zatěžování považují autoři hranici 10% diference vzhledem k celkové tělesné hmotnosti (Dvořák , Krainová, Janura, Elfmark, 2000). Tato hranice byla použita v této DP.



## 1.7 Lateralita v motorice

Pojem Lateralita vyjadřuje převažující činnost jedné strany těla nad druhou. Vývoj lateralit v motorice se během věku jedince postupně vyhraňuje. Jelikož se motorické nervové dráhy kříží, jsou pohyby levé strany těla řízeny pravou mozkovou hemisférou a naopak. Lateralita je výsledkem optimalizace činnosti párových orgánů, důsledkem specializace mozkových hemisfér, závisí na vrozených dispozicích, formuje se vlivem prostředí a činností jedince v průběhu ontogenetického vývoje. Vzhledem k tomu, že levá a pravá strana těla nejsou motoricky rovnocenné, projevuje se stranová asymetrie upřednostňováním jednoho či více párových orgánů (ruky, nohy, očí). Projevuje se také ve stranové preferenci při otáčení.

Pohybová Lateralita v motorice nabývá definitivní podoby až ve školním věku dítěte. Pravostrannost (dextrie) se podle literatury vyskytuje u 80 – 85% populace. Levostrannost (sinisterie) se postupně s věkem snižuje, ale přesto se vyskytuje u 10 – 15 % populace. Ambidextrů, tedy nevyhraněných jedinců, také postupně s věkem ubývá. Ambidextrie se zpočátku vyskytuje u 12% populace (Hájek, 2001).

Synek (1991) uvádí, že v současné době se u nás vyskytuje 10% leváků. Poukazuje také na zvyšující se trend zastoupení sinisterie, kdy uvádí, že před 20 lety byl počet leváků 5% .

## 1.8 Hmotnost těla

### 1.8.1 Tělesné složení

Při hodnocení dynamiky lidského pohybu je nutno vycházet z důležitého základního morfologického parametru, hmotnosti těla. Vzhledem ke složitosti tohoto parametru je nutno zkoumat jeho frakce, které lze z hlediska pohybových projevů označit jako aktivní a pasivní složky. Studie, které se týkají tělesného složení, se zaměřují na jednotlivé tělesné frakce v různých fázích ontogeneze, na změny způsobené v důsledku tělesné zátěže a tréninku apod. Působení tělesné zátěže na lidský organismus se posuzuje hlavně změnami frakcionace tělesné hmotnosti. Tyto změny jsou způsobeny hlavně úbytkem tukové frakce, nárůstem svalové frakce nebo kosterní složky.

Frakcionace také vypovídá o zdravotním stavu a výživě jedince. Tělesné složení je dále ovlivněno geneticky a také exogenními faktory. V souvislosti s vyšší pohybovou aktivitou, obezitou, anorexií a bulimií, metabolickými poruchami a pod., je vyjádření prostřednictvím indexů orientační. Frakcionaci můžeme chápat jako podíl jednotlivých tkání na celkové hmotnosti těla, tedy tělesné složení, nebo jako hodnocení hmotnosti jednotlivých tělesných segmentů. Podíl složky tukové, svalové a kostní podmiňuje hmotnost jednotlivých segmentů těla, která má pak vliv na řadu dalších parametrů, které určují pohyb těla pod vlivem vnějších i vnitřních sil. Priorita myšlenky frakcionace tělesné hmotnosti náleží českému antropologovi Matiegkovi (1921). (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Jedním z cílů DP bylo zjistit rozdíl frakcionace tuku souboru hokejistů a kontrolního souboru. Zaměřím se dále tedy na tuto problematiku.

## 1.8.2 Tuková frakce

Nejvariabilnější komponentou těla je tuk. Jeho zastoupení v lidském těle závisí na mnoha faktorech. Je snadno ovlivnitelný výživovými aspekty, pohybovou aktivitou, nemocemi, věkem. Charakteristiky, ze kterých při odhadu podílu tuku jednotlivé metody vycházejí, je možno stanovit poměrně přesně, ale vlastní výpočet závisí na populační skupině, ze které byly rovnice odvozeny.

Následující tabulky uvádějí příklady průměrného množství podkožního tuku podle různých zdrojů.

Tab. 1.8.2.1 Standardy % fat mass pro muže a ženy (Heyward, Wagner, 2004)

Standardy % tuku	Věk (v letech)			
	6 - 17	18 -34	35 - 55	55 <
<b>Muži</b>				
Zdravotní minimum tuku	< 5	< 8	< 10	< 10
Podprůměr	5 - 10	8	10	10
Průměr	11 - 25	13	18	16
Nadprůměr	26 – 31	22	25	23
Obezita	> 31	> 22	> 25	> 23
<b>Ženy</b>				
Zdravotní minimum tuku	< 12	< 20	< 25	< 25
Podprůměr	12 – 25	20	25	25
Průměr	16 – 30	28	32	30
Nadprůměr	31 – 36	35	38	35
Obezita	> 36	> 35	> 38	> 35

Tab. 1.8.2.2 Standardy % fat mass pro muže a ženy (Lohman, 1992)

Standardy % tuku	muži	ženy
Zdravotní minimum tuku	< 5	8 – 12
Podprůměr	6 - 14	9 – 22
Průměr	15	23
Nadprůměr	16 – 24	24 – 31
Obezita (riziko)	> 25	> 32

Tab. 1.8.2.3 Doporučené % zastoupení tukové frakce u normální populace dle Bodycomposition

Procentuální zastoupení tukové frakce u normální populace			
Věk (v letech)	< 30	30 - 50	> 50
<b>Ženy</b>	14 – 21 %	15 – 23%	16 – 25 %
<b>Muži</b>	9 – 15 %	11 – 17 %	12 – 19 %

Zdroj: www.sport-fitness-advisor.com

Tabulka 1.8.2.4 uvádí procentuální zastoupení tukové frakce pro jednotlivá sportovní odvětví (www.sport-fitness-advisor.com/bodycomposition). Při srovnání těchto dat s modelovými charakteristikami dle Riegerové a Ulbrichové (1998) je zřejmé, že se podíl tukové frakce žen pohybuje na dolní doporučené hranici modelu ideálního zastoupení tuku žen. Pro odhad zastoupení tukové frakce u jednotlivých sportovních odvětví byla pravděpodobně použita metoda bioelektrické impedance (<http://www.sport-fitness-advisor.com/sportspecific.html>).

Tab. 1.8.2.4 Doporučené % zastoupení tukové frakce u sportovní populace dle Bodytrends

Průměrné hodnoty % podílu tuku u sportovců					
Sport	Muži (%)	Ženy (%)	Sport	Muži (%)	Ženy (%)
Baseball	12 – 15	12 – 18	Veslování	6 – 14	12 – 18
Basketbal	6 – 12	20 – 27	Golf	16 – 20	20 – 28
Kulturstika	5 – 8	10 – 15	Lyžování	7 – 12	16 – 22
Cyklistika	5 – 15	15 – 20	Sprint	8 – 10	12 – 20
Fotbal (obránci)	9 -12	-	Plavání	9 – 12	14 – 24
Fotbal (útok)	15 – 19	-	Tenis	12 – 16	16 – 24
Gymnastika	5 – 12	10 – 16	Triatlon	5 – 12	10 – 15
Skok do výšky	7 – 12	10 – 18	Volejbal	11 – 14	16 – 25
Lední hokej	8 – 15	12 – 18	Vzpírání	9 – 16	-
Raketbal	8 - 13	15 - 22	Zápas	5 - 16	-

Zdroj: www.sport-fitness-advisor.com

Posuzování výsledků tukové frakce z různých studií je velmi složité a v podstatě nesrovnatelné. Při interpretaci výsledků musíme brát v úvahu několik faktorů, tedy počet kožních řas, které jsou zahrnuty do výpočtu tukové frakce, dále místa zvolená pro měření tloušťky podkožní vrstvy a také validita regresní rovnice pro odhad tělesného složení (Riegerová, Ulbrichová, 2006).

Dalším faktorem, který má vliv na zjištěné hodnoty podílu tuku, je elasticita kůže (Hajniš, 1989). Například tuhá kůže nelze dobře vytáhnout, výsledný změřený údaj tloušťky kožní řasy je tedy vyšší, než u kůže normální. Nadměrně měkká kůže se naopak pod tlakem kaliperu více promáčkne, výsledná naměřená tloušťka kožní řasy je tedy nižší.

Výsledky, získané měřením kožních řas, také závisí na rozložení tukové tkáně. Rozlišujeme rozložení centripetální a centrifugální. Rozložení tukové tkáně je v této souvislosti závislé na ontogenezi a vlivu pohybové aktivity jedince. Pohybová aktivita modifikuje ontogenetický trend ukládání tuku (Riegerová, Přidalová, 2001). Trénink působí mnohem více na úpravu tukové frakce, než na tukuprostou hmotu. Sportující chlapani mají tuku méně, než chlapani nespportující. Diference mezi nimi je však menší, než mezi sportujícími a nespportujícími dívkami.

Obezita a nadměrné množství tuku vede ke snížení sportovní výkonnosti v činnostech, ve kterých se tělesná hmota pohybuje v prostoru. Nadměrné množství tuku ovlivňuje rychlost, vytrvalost, rovnováhu, pohyblivost a skokanské schopnosti. Také nadměrný rozvoj svalové hmoty může ovlivnit flexibilitu. Například nadměrný rozvoj svalstva trupu a horních končetin snižuje výkonnost v bězích a skocích (Riegerová, Ulbrichová, 2006).

### **1.8.3 Distribuce tuku**

Množství podkožního tuku, vyjádřené v procentuálním zastoupení, není informací o jeho distribuci. Rozložení tuku posuzujeme antropometrickými technikami pomocí indexů (index centrality). Index centrifugální podává informaci o vyšším uložení tuku na trupu. Index centripetální podává informaci o vyšším uložení tuku na končetinách.

Sexuální diferenciaci v rozložení tuku se projevuje v ranném dětství a zesiluje v období adolescence. V dospělosti diferenciaci přetrvává. S rostoucím věkem se více tuku ukládá na trupu než na končetinách. U mužů nejvíce v oblasti zad, hrudníku a břicha, u žen v oblasti pasu a paží.

Pro posouzení distribuce podkožního tuku využíváme následující indexy centrality, které vyjadřují poměr naměřených hodnot kožních řas v jednotlivých částech těla.

$$x_1 = \frac{\textit{subscapularre}}{\textit{triceps}}$$

$$x_2 = \frac{\textit{hrudník 1+hrudník 2+sup railiaká ln í+břřich+subscapulární}}{\textit{tvář+brada+triceps+ patella+lýtko}}$$

$$x_3 = \frac{\textit{sup railiaká ln í+břřich+subscapulární}}{\textit{triceps+ patella+lýtko}}$$

$$x_4 = \frac{\textit{patella}}{\textit{stehno}}$$

(Riegerová, Ulbrichová, 2006)

#### 1.8.4 Hodnocení optimální tělesné hmotnosti

Hodnocení tělesné hmotnosti je v současné době stále diskutovanou otázkou. Přímý vztah tělesné výšky a tělesné váhy je hodnocen pomocí řady indexů (index Brocův, Quetelet-Bouchardův, Quetelet-Kaup-Goldův, Rohrerův index tělesné plnosti, index ponderalis a další).

Podle francouzského antropologa Broca vyjadřujeme vztah mezi tělesnou hmotností a výškou pomocí indexu optimální hmotnosti: tělesná hmotnost/tělesná výška – 100. Optimální hmotnost odpovídá hodnotě o 10% nižší, než získané číslo. Začínající obezita se pohybuje na kolem hodnoty o 10 – 20% vyšší, než získané číslo (Riegerová, Ulbrichová, 2006)

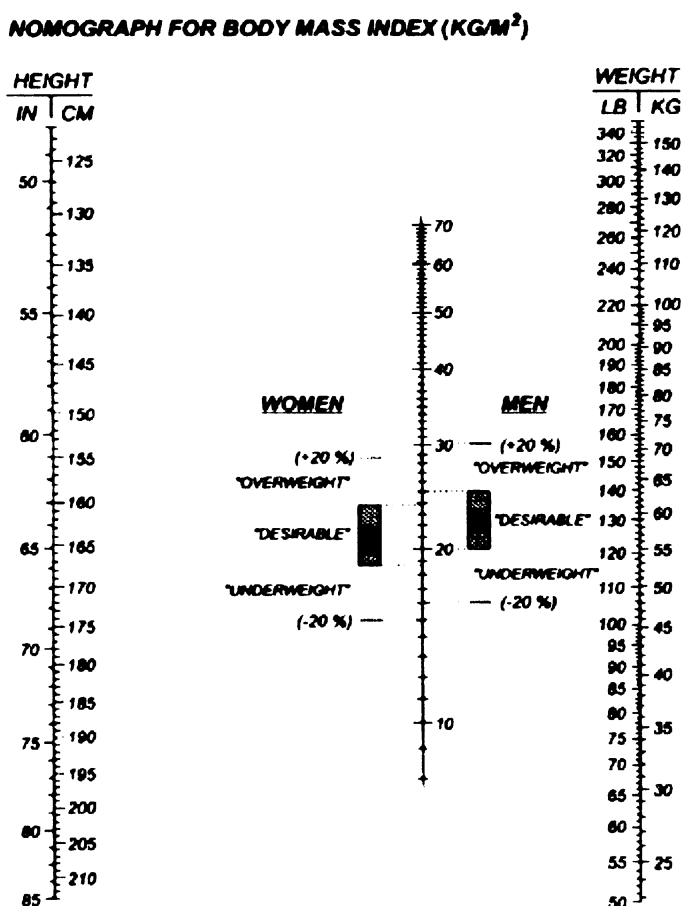
V současnosti se hojně používá známý index BMI (Body Mass Index):

$$BMI = \frac{\text{hmotnost}(kg)}{\text{výška}(m^2)}$$

Zdroj: Bláha, 2005

Obr. 1.8.4.1 Normogram pro stanovení BMI:

$$BMI = \text{hmotnost (kg)} / \text{výška (m}^2\text{)}$$



Zdroj: Riegerová, Ulbrichová, 2006

Kritéria pro hodnocení BMI dospělé populace podle WHO uvádí následující tabulka:

Tab. 1.8.4.1 Kategorie BMI dle WHO

<b>Kategorie BMI (dle WHO)</b>			
		<b>Muži</b>	<b>Ženy</b>
<b>norma</b>		20 – 24,9	19 – 23,9
<b>nadváha</b>	obezita mírného stupně	25 – 29,9	24 – 28,9
	obezita středního stupně	30 – 39,9	29 – 38,9
	obezita těžkého stupně	> 40	> 39

Zdroj: Mastná, 1999

Riegerová a Ulbrichová (2006) uvádějí, že rozbor korelačních vztahů BMI a tělesného složení mužů naznačuje nejtěsnější vztahy ke svalové frakci, středně silné vztahy k tukové frakci a na posledním místě středně silné až slabé vztahy k váze kostry. Rozbor naznačuje, že BMI není vhodným ukazatelem optimální hmotnosti u populace s vysokou tělesnou aktivitou.

Šrámková, Šrajer a Bláha (2000) uvádějí pro hodnocení optimální hmotnosti fat mass index (FMI):

$$FMI = \text{hmotnost tuku (kg)} / (\text{tělesná výška})^2 \text{ (m)}$$

Pro hodnocení optimální teoretické hmotnosti je vhodné použít vícenásobnou regresní analýzu ve vztahu k linearitě a robusticitě postavy. Podle percentilových pásem pak zařazujeme jedince do 5 hmotnostních kategorií: velmi štíhlý, štíhlý, proporcionalní, silný a velmi silný.

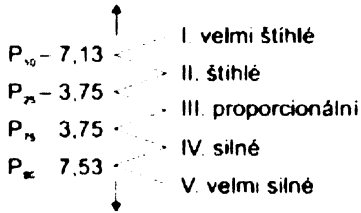


Obr. 1.8.4.2. Hodnocení optimální hmotnosti pomocí regresních rovnic podle Riegerové (1981):

**ŽENY**

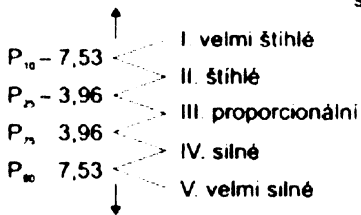
$x = \text{tělesná výška}$   
 $y = \text{šířka ramen (a-a)}$   
 $z = 0,413x + 1,448y - 60,08$

$r = 0,61$   
 $s = 5,56$



$x = \text{subischální délka dolní končetiny}$   
 (těl. výška – výška těla vsedě)  
 $y = \text{výška těla vsedě}$   
 $z = 0,498x + 0,860y - 53,45$

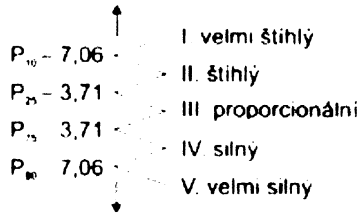
$r = 0,55$   
 $s = 5,87$



**MUŽI**

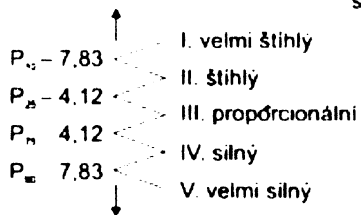
$x = \text{tělesná výška}$   
 $y = \text{šířka ramen (a-a)}$   
 $z = 0,601x + 1,719y - 105,2$

$r = 0,71$   
 $s = 5,51$



$x = \text{subischální délka dolní končetiny}$   
 (těl. výška – výška těla vsedě)  
 $y = \text{výška těla vsedě (si)}$   
 $z = 0,725x + 1,029y - 86,95$

$r = 0,62$   
 $s = 6,11$



Zdroj: Riegerová, Ulbrichová, 2006

## 1.9 Hodnocení flexibility (pohyblivosti)

### 1.9.1 Flexibilita

Pohyblivost je schopnost vykonávat pohyby ve velkém rozsahu kloubní soustavy. Je považována za samostatnou pohybovou schopnost, i když ji někteří autoři považují za součást obratnosti. Rozlišujeme flexibilitu aktivní (maximální kloubní rozsah dosažený aktivním stahem příslušného svalstva) a flexibilitu pasivní (je dána pohybem v kloubech při působení vnějších sil). Pasivní flexibilita bývá obvykle vyšší než aktivní flexibilita. Na kloubní pohyblivost působí několik činitelů, z nichž můžeme jmenovat: věk jedince, anatomické zvláštnosti, síla svalů zajišťujících pohyb, aktivita reflexního systému, vnější teplota, rozcvičení atd. (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Každé sportovní odvětví klade různé nároky na míru pohyblivosti. Podle Ermejeva (1970) klade hokej velké nároky na flexibilitu páteře, kyčelního kloubu a hlezenního kloubu (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Pro hodnocení flexibility se využívají testy a goniometrie. Při testování se hodnotí provedení či splnění určitého úkolu. Při goniometrii se využívá goniometr a rozsah pohybu se udává ve stupních. V současné době se stále více používají modernější metody, například rovinné snímání kamerou a vyhodnocení pomocí počítače (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

U běžné populace stoupá míra flexibility s věkem do 15. roku. Vývoj se však liší podle typů kloubů a jejich soustav. Flexibilita páteře vykazuje v průběhu ontogeneze jedince sestupný trend, který je způsoben vývojem svalstva a ligament, redukujících pohyb v kloubních spojeních. Prudká redukce flexibility páteře u předškolních dětí je následně zlepšena v prepubertálním a časném pubertálním období akcelerací růstu. Ta je provázána mírným ochabnutím svalového tonu a uvolněním ligament. Dále následuje další pokles flexibility s krátkým přechodným obdobím zeslabení tohoto trendu, u chlapců v období 13 – 17 let, u dívek v období 14 – 16 let (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Pro testování flexibility souboru hokejistů a kontrolního souboru byl vybrán svalový test. Obecně je svalový test metoda, která informuje o síle jednotlivých svalů

nebo svalových skupin tvořících funkční jednotku, pomáhá určit rozsah a lokalizaci léze motorických periferních nervů, pomáhá při analýze jednoduchých hybných stereotypů a je podkladem analytických, léčebně tělovýchovných postupů při určení pracovní výkonnosti testované části těla.

Svalový test vychází z principu, že pro vykonání pohybu určitou částí těla v prostoru je třeba určité svalové síly a že tuto sílu lze odstupňovat podle toho, za jakých podmínek je pohyb vykonáván. Lze rozeznávat tyto stupně svalové síly (Janda a kol., 2004):

- překonání zevně kladeného odporu při pohybu částí těla
- překonání gravitace
- pohyb částí těla s vyloučením působení zemské tíže
- žádný motorický efekt, jedná se jen o záškub svalu

V současné době se nehodnotí jen síla svalu nebo svalové skupiny, ale hodnotí se i provedení celého pohybu. Stupnice určování svalové síly byla několikrát upravována, zásady však zůstaly stejné. Nejrozšířenější stupnice pochází z roku 1946. Svalová síla je podle ní hodnocena v šesti stupních (Janda a kol., 2004):

**St. 5** N (normal) = normální - odpovídá normálnímu svalu, který je schopen při plném rozsahu překonat značný vnější odpor

**St. 4** G (good) = dobrý – odpovídá přibližně 75% síly normálního svalu, který je schopen překonat v celém rozsahu středně velký odpor

**St. 3** F (fair) = slabý – vyjadřuje 50% síly normálního svalu, který překonává v celém rozsahu zemskou tíži

**St. 2** P (poor) = velmi slabý – vyjadřuje 25% síly normálního svalu, který je schopen vykonat pohyb v celém rozsahu, ale nepřekoná váhu testované části těla

**St. 1** T (trace) = stopa – záškub – vyjadřuje zachování přibližně 10% svalové síly, při pokusu o pohyb se smrští, ale jeho síla nestačí k pohybu testované části těla

**St. 0** nula – sval nejeví při pokusu o pohyb žádnou známku stahu

**Ve vztahu k určitému pohybu rozeznáváme tyto svalové skupiny a svaly (Janda a kol., 2004):**

- svaly hlavní (agonisty) – účastní se pohybu největší měrou
- svaly vedlejší, pomocné (synergisty) – nejsou schopny provést pohyb, ale pomáhají při něm
- antagonisty – vykonávají opačný pohyb, jsou tedy při pohybu natahovány (za normálních okolností neomezují pohyb, za patologického stavu se uplatňují při jejich zkrácení)
- fixační svaly – udržují testovanou část v takové poloze, aby byl pohyb dobře vykonán
- neutralizační svaly – neutralizují druhou směrovou pohybovou komponentu hlavního svalu

**Rozsah pohybu (Janda a kol., 2004):**

Zásadou svalového testu je provedení pohybu v celém možném pasivním rozsahu. Příčiny omezení pohybu mohou být tyto:

- a) zkrácení antagonisty (spasma, tuhost) nelze agonistou překonat
- b) anatomická skladba měkkých a tvrdých částí kloubu je změněna do té míry, že nelze provést pohyb v celém rozsahu
- c) bolest při pohybu

### **1.9.2 Pohyb páteře**

Pohyb se odehrává mezi jednotlivým obratli. Nejpohyblivější je krční páteř, nejméně hrudní páteř. Základní pohyby jsou:

- flexe = předklon
- extenze = záklon
- lateroflexe = úklon
- rotace = toč, otáčení
- pohyb pérovací = ve směru podélné osy, souvisí se zakřivením páteře

### 1.9.3 Test dosahu (hluboký předklon)

Pro testování souboru hokejistů a kontrolního souboru byl vybrán test hlubokého předklonu . Zajímá nás tedy, které svalové skupiny se podílejí na tomto pohybu a které ho mohou dlouhodobou sportovní činností značně ovlivnit.

Vyšetřovaný proband se předklání vstoje bez pokrčených kolen, jako při provedení velké Thomayerovy zkoušky. Při zkrácených flexorech kolenního kloubu se pánev překlápí málo, při zkrácených paravertebrálních svalech dochází ke kompenzačnímu zvýšení hrudní kyfózy, zvláště v hrudním segmentu při málo rozvinutém bederním úseku.

Při normálním rozsahu pohybu je vyšetřovaný schopen dotknout se podlahy jen špičkami prstů. Podle stupně hypermobility dosáhne proband na zem celými prsty nebo celou dlaní. Jestliže proband dosáhne pod úroveň podložky, značíme hodnotu dosahu znaménkem + . Jestliže nedosáhne úrovně podložky, značíme tuto hodnotu znaménkem - (Janda, 2004).

## 2 Fyziologie hokejistů

Lední hokej je charakteristický intenzivními bruslením, rapidními změnami rychlosti a častými kontakty těla s jinými hráči, či jinou překážkou. Hráč se obvykle zapojuje do hry po dobu 15 – 20 minut z celkové hrací doby 60 minut. Každé nasazení do hry trvá přibližně 30 – 80 vteřin. Doba odpočinku mezi jednotlivými nasazeními trvá 4 – 5 minut. Intenzita a doba účasti hráče ve hře je determinována rozsahem aerobního a anaerobního metabolismu. Hráči musí díky intenzivním spurtům vynakládat velké množství svalové síly a musí mít velkou anaerobní vytrvalost. Délka hrací doby a krátká doba odpočinku mezi nasazeními do hry klade také vysoké nároky na dobrý aerobní systém (Montgomery, 1988).

Z hlediska somatického typu jsou hokejisté mesomorfní (Montgomery, 1988; Reilly, Borrie, 1992). Scott (1991) uvádí typ ecto-mesomorfní a uvádí také průměrnou výšku (176,3cm) a průměrnou váhu (75,2 kg) hráčů, dále zastoupení tukové frakce, která dosahuje hodnoty 11,1%. Poukazuje také na dobrou sílu nohou hokejistů, ale upozorňuje na slabší míru flexibility a její velkou míru variability.

Autoři Agre, Casal, Leon, McNally, Barter a Serfass uvádějí následující výsledky studie 27 hráčů NHL: váha útočníků = 86,1 +/- 1,9 kg, váha obránců = 88,5 +/- 1,9 kg a procentu tukové frakce = 9,2 +/- 0,9 %. U 37% hráčů byl zjištěn deficit ve flexibilitě.

Elitní hokejisté vykazují ve srovnání s netrénovanými jedinci stejné složení svalových vláken. Fyziologický profil hokejisty vyžaduje velkou míru aerobní vytrvalosti, anaerobní síly a vytrvalosti, svalové síly a vyžaduje také velkou rychlost bruslení (Montgomery, 1988).

Podle Montgomeryho (1988) mohou u hokejistů tréninkové procedury vést k chronické únavě svalstva.

Autoři Reilly a Seaton (1990) se zaměřili na studii postury při vedení puku. Bylo zjištěno, že typicky přikrčené držení těla nadměrně zatěžuje páteř. Při testování zátěže vykazovalo 53% probandů bolesti zad v lumbální části. Bylo také zaznamenáno zkrácení páteře po vykonání zátěžového testu.

### 3. Materiál a metoda

#### 3.1. Materiál

Nedílnou součástí diplomové práce bylo získání dat pro statistické zpracování antropometrickým měřením v terénu. Práce byla zaměřena na dva soubory – **hokejisty a kontrolní soubor** (pro snadnou orientaci v tabulkách a textech byl označen soubor hokejistů červeně a kontrolní soubor modře). Měření byli muži ve věku 18 – 26,99 let. Měření probíhala v roce 2005 a 2006 v Praze.

Soubor hokejistů byl vymezen zásadním kritériem, tedy aktivním hraním ledního hokeje po dobu více jak deseti let. Tento aspekt splnili všichni probandi. Vzorek byl ve velké míře zastoupen hráči hrajícími aktivně od předškolního věku do dnešní doby v několika pražských hokejových klubech, prvoligových nevyjímaje. Polovina vzorku byla naměřena při příležitosti Sportovních akademických her v roce 2005, ostatní hokejisté při letní přípravě v roce 2006.

Kontrolní soubor byl vymezen na základě zásadního kritéria – nevěnování se aktivnímu hraní ledního hokeje, ani podobnému sportu, jako florbalu nebo hokejbalu. Nebyla žádoucí ani jiná sportovní činnost, která by měla vliv na držení těla. Kontrola měla tedy vystihnout obraz běžné populace. Část probandů byla měřena na Trojském gymnáziu Sv. Čecha v Praze-7 Tróji . Data starší věkové skupiny byla získána měřením pražských vysokoškolských studentů.

Celkem bylo naměřeno 60 probandů, z nichž 30 představoval soubor hokejistů a 30 představoval kontrolní soubor. Pro statistické zpracování byla použita data celého souboru hokejistů a celého kontrolního souboru. Následující tabulka 3.1.1 uvádí **věkové rozmezí a průměrný věk obou souborů**. U souboru hokejistů je uveden údaj průměrné doby věnování se hraní ledního hokeje.

Tab. 3.1.1 Věková charakteristika souboru hokejistů a kontrolního souboru

soubor (n = počet probandů)	věkové rozmezí souboru	průměrný věk souboru	průměr doby aktivního hraní ledního hokeje
hokejisté (n = 30)	18 – 26,99 let	20,87 let	14,17 let
kontrolní soubor (n = 30)	18 – 26,99 let	21,77 let	-

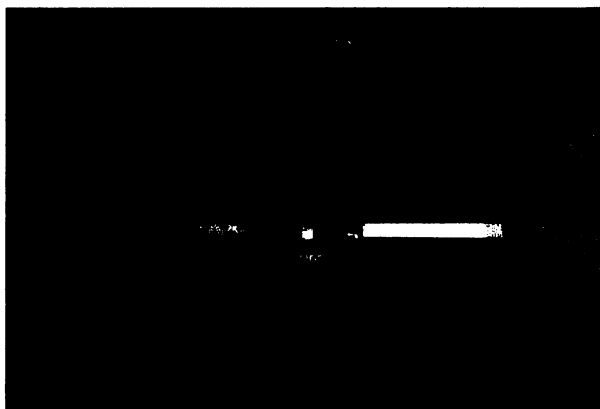
## 3.2 Metoda

### 3.2.1 Vyšetření probanda

Antropometrické vyšetření probanda vychází z měření přesně definovaných antropometrických bodů (Martin-Saller 1959, Fetter 1967). K základnímu antropometrickému měření byla použita tato měřidla (Riegerová, Ulbrichová, 1998):

- antropometr
- pelvimetr
- pásová míra
- digitální nášlapná váha
- kaliper typu Best
- měřítko

Obr. 3.2.1.1 Antropometr



Zdroj: vlastní fotoarchiv

Obr. 3.2.1.2 Kefalometr



Zdroj: vlastní fotoarchiv

Ke správnému označení bodů používaných v somatometrii je nutná znalost anatomie, neboť body na těle představují stejnojmenné body na kostře, promítnuté na povrch těla. Body se na těle probanda palpují. Přípustná chyba při stanovení tělesné výšky je  $\pm 1$  cm, měř na těle  $\pm 0,5$  cm a měř na hlavě  $\pm 0,1$  cm.

Při měření výškových rozměrů stojí proband v **základním postoji**, tedy při stěně, které se dotýká patami, hýžděmi a lopatkami, špičky u nohou jsou u sebe. Hlava je v rovnovážné poloze, v tzv. orientační rovině (orientační rovina je určena spojnici bodu tragion – orbitale). Proband se dívá před sebe, nesmí se naklánět a pohybovat. Antropometr je držen kolmo k zemi (Riegerová, Ulbrichová, 1998).



Měření byla prováděna u jednotlivých skupin pravidelně v určitou dobu a ve stejném prostředí.

### 3.2.2 Měřené antropometrické charakteristiky

#### Měření hmotnosti:

- (M71) - tělesná hmotnost (kg)
- stoj na dvou dvou vahách (kg)

#### Měření výškových rozměrů:

- (M1) - tělesná výška – vzdálenost vertexu od země (cm) – **v - z**
- (M23) - výška vsedě (cm) + výška podložky (cm)
- (M4) – výška horního okraje sternu - suprasternale od země (cm) – **sst - z**
- (M6) – výška horního okraje symfýzy - symphision od země (cm) – **sy - z**
- (M17) - rozpětí paží (cm) (Riegerová, Ulbrichová, 1998)
- maximální dosah (cm)

#### Bilaterálně měřené body:

- (M8) – výška nadpažku - akromiale od země (cm) – **a - z**
- (M12) – výška horního okraje kosti kyčelní - iliocristale od země (cm) – **ic - z**
- (M13) – výška předního kyčelního trnu - iliospinale od země (cm) – **is - z** (Riegerová, Ulbrichová, 1998)
- výška nejnižšího bodu dolního úhlu lopatky – angulus inferior scapulae od země (cm) – **ai - z**
- výška bodu iliospinale posterius od země (cm) – **isp - z**

#### Měření šířkových rozměrů:

- (M35) – šířka ramen - biakromiální šířka (cm) - **a - a**
- ( M40) – šířka pánve - bicristální šířka (cm) – **ic – ic**
- (M41) – šířka pánve - bispinální šířka (cm) – **is – is**
- (M36) - transverzální průměr hrudníku (cm)
- (M37) - sagitální průměr hrudníku (cm)
- (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

### **Měření obvodových rozměrů:**

(M61) - obvod hrudníku přes mesosternale v normální poloze (cm)

(Riegerová, Ulbrichová, 1998)

### **Měření tloušťky kožních řas (Chytráčková, 1999):**

1. kožní řasa nad dvojhlavým svalem pažním - bicipsem (mm)
2. kožní řasa pod trojhavým svalem pažním – tricipsem (mm)
3. kožní řasa nad hřebenem kosti kyčelní – suprailiakální (mm)
4. kožní řasa pod lopatkou – subscapulární (mm)

### **Další měření:**

- Adamsův test
- stoj na dvou vahách
- test laterality
- test přesnosti a spolehlivosti

### **Vypočítané rozměry a indexy:**

(M27) - délka přední stěny trupu (cm) – projektivní míra (M4 – M6)

- délka horního segmentu těla (cm) – projektivní míra (M6 – M1)

(M53) - délka dolní končetiny (cm) – výška bodu is od země, zmenšená o hodnotu n (n se odečítá z korekční matice dle Herma – 1975, viz. tabulka 3.2.2.1)

- torakální index – vypočítá se podle vzorce :  $\frac{\text{sagitální průměr hrudníku} * 100}{\text{transverzální průměr hrudníku}}$

(Riegerová, Ulbrichová, 1998)

Tab. 3.2.2.1 Korekční matice pro výpočet délky dolní končetiny dle Herma:

výška (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	8	8	8	8	8	9	9	9	9	10
110	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12
120	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15
130	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19
140	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24
150	25	26	26	27	27	28	29	29	30	31
160	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
170	40	40	41	42	43	44	45	46	48	49
180	50	51	52	53	55	56	57	58	60	61
190	63	64	65	67	68	70	72	73	75	77
200	79	80	82	84	86	88	90	92	94	96

Zdroj: Riegerová, Ulbrichová, 1998

### 3.2.3 Charakteristika jednotlivých antropometrických hodnot

#### 3.2.3.1 Tělesná hmotnost:

Hmotnost těla se zjišťuje na osobní pákové nebo nášlapné váze, která byla předem vyzkoušena a je položena na pevném rovném podkladu. Na pákové váze vážíme s přesností na 0,1 kg, na nášlapné s přesností na 0,5 kg. Proband je vážen bez obuvi (Bláha et al., 2005).

#### 3.2.3.2 Antropometrické body (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

**Vertex (v)** - bod na temeni, ležící při poloze hlavy v orientační rovině nejvíce nahoře

**Suprasternale (sst)** – bod ležící na horním okraji prsní kosti v mediánní rovině

**Mesosternale (mst)** – bod ležící na přední straně hrudníku ve střední čáře v místě úponu 4. žebra, uprostřed hrudní kosti

**Symphysion (sy)** – bod ležící na horním okraji stydké spony ve střední čáře

**Akromiale (a)** – bod nejvíce laterálně položený na akromiálním výběžku lopatky při vzpřímeném postoji s připaženou končetinou

**Daktylion (da)** – bod na konci prstu, který na připažené končetině leží nejnižší. Používá se daktylion 3. prstu

**Iliocristale (ic)** – bod ležící na crista iliaca při vzpřímeném postoji nejvíce nahoře a nejvíce laterálně (na horní zevní hraně crista iliaca).

**Iliospinale anterius (is)** – bod ležící v místech spina iliaca anterior superior nejvíce směrem dopředu

**Iliospinale posterius (isp)** – nejzadnější bod na spina iliaca posterior superior

**Angulus inferior (ai)** – nejnižší položený bod na dolním úhlu lopatky

### 3.2.3.3 Definice výškových a šířkových rozměrů (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

**Rozpětí paží** – přímá vzdálenost obou bodů daktilion (da) při maximálním upažení

**Výška vsedě** – vertikální vzdálenost bodu vertex (v) od plochy, na které proband sedí (hlava je ve stejné pozici, jako při měření tělesné výšky, kolena ohnutá do pravého úhlu)

**Šířka biakromiální** – přímá vzdálenost mezi nadpažky (akromiale)

**Šířka bikristální** – vzdálenost mezi body iliocristale (ic)

**Šířka bispinální** – vzdálenost mezi body iliospinale (is)

**Transverzální průměr hrudníku** – měří se ve výši středu sternu v normální poloze hrudníku (v expiriu)

**Sagitální průměr hrudníku** – přímá vzdálenost mesosternale od trnového výběžku obratle, který leží ve stejné vodorovné poloze, měří se v normální poloze hrudníku (expiriu)

**obvod hrudníku** – měří se v normální poloze hrudníku, kdy míra probíhá u mužů těsně nad prsními bradavkami a vzadu těsně pod dolními úhly lopatek

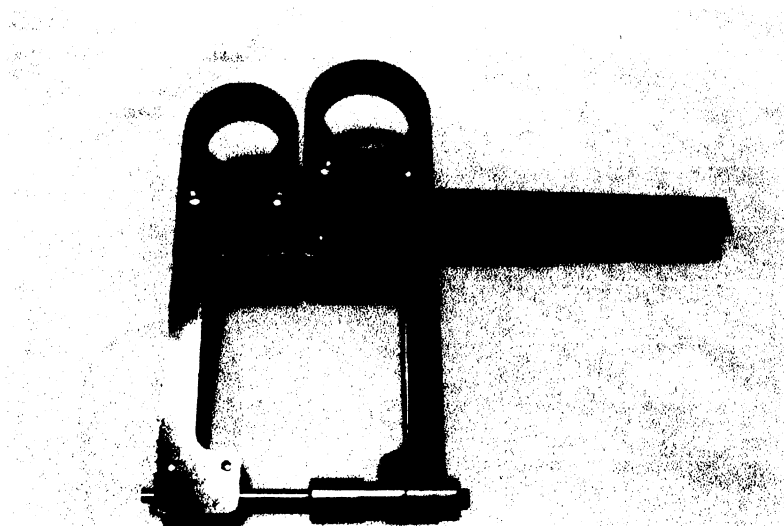
#### 3.2.3.4 Měření tloušťky kožních řas

K měření tloušťky kožních řas se používá měřidlo kaliper, jehož čelisti jsou v okamžiku měření stlačovány stanovenou silou. Nejčastěji se používají kalipery typu Best, Harpenden, v ČR pak nejčastěji Somet harpendenského typu.

Kožní řasa se palcem a ukazovákem levé ruky uchopí a vytáhne na měřeném místě těla a čelisti měřidla se umístí 1 cm za vrchol ohybu kůže. Měřicí plošky měřidla by měly být umístěny od prstů ve vzdálenosti 1 cm. Na stupnici pak odečítáme hodnotu nejdéle 2 vteřiny od okamžiku, kdy působíme tlakem plošek měřidla na tukovou řasu (Chytráčková, 1999).

V diplomové práci byl k měření tloušťky kožních řas použit kaliper typu Best.

Obr. 3.2.3.4.1 Bestův kaliper (vlastní fotoarchiv)



#### 3.2.3.5 Měření Adamsova úhlu:

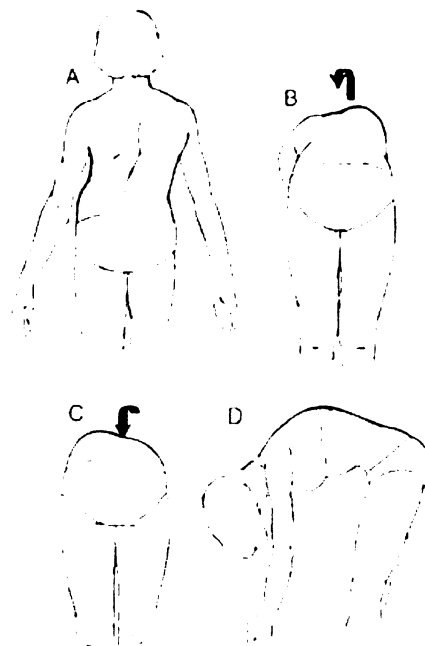
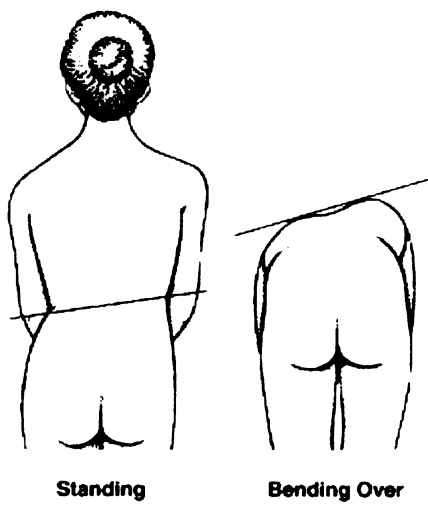
Měření se provádí pomocí plurimetru, který měří na základě gravitace výchylku mezi levým a pravým paravertebrálním valem. Měřený proband stojí v předklonu, s nohama u sebe, nataženými koleny a volně spuštěnými horními končetinami, které se dotýkají dlaněmi a bradou na prsou. Probanda v předklonu vyšetřujeme vizuálně, tedy pohledem zepředu a zezadu, kdy sledujeme výšku paravertebrálních valů (rozdíl mezi levou a pravou stranou) v hrudní a bederní oblasti zad. Plurimetr umístíme na místo nejvyššího rozdílu valů v hrudní a bederní části a odečteme hodnoty rozdílů ve stupních (Vlach, 1986).

Stupnice plurimetru je kalibrována po 2°.

Obr. 3.2.3.5.1 Plurimetr (vlastní fotoarchiv)



Obr. 3.2.3.5.2 Vyšetření v předklonu



### 3.2.3.6 Test laterality:

Lateralita byla hodnocena formou dotazníku, který sestavili Ransil a Schachter (Ransil, Schachter, 1994 ) podle doporučení J. Trilčové, jejíž diplomová práce je zaměřena na hodnocení laterality florbalistů. Tabulka 3.2.3.6.1 ukazuje podobu testu:

Tab. 3.2.3.6.1 Test laterality podle Ransila a Schachtera (1994):

Otázka – jakou rukou:	odpověď				
	Vždy levou rukou	Obvykle levou rukou	Nejsem vyhraněn	Obvykle pravou rukou	Vždy pravou rukou
píšeš?					
kreslíš?					
háziš?					
stříháš?					
si čistíš zuby?					
držíš nůž při krájení?					
držíš lžici?					
držíš hokejku (horní ruka)?					
zápalku?					
odklopíš pokličku?					

Vyhodnocení testu se provádí podle následující bodové škály, která přiřazuje každé odpovědi příslušnou bodovou hodnotu:

- 1 bod – vždy levou rukou
- 2 body – obvykle levou rukou
- 3 body – nejsem vyhraněn
- 4 body – obvykle pravou rukou
- 5 bodů – vždy pravou rukou

Podle dosažených bodů se probandí přiřazují do následujících skupin:

**Leváci** – rozmezí 10 – 25 bodů

**Ambidextři** – rozmezí 26 – 34 bodů

**Praváci** – rozmezí 35 – 50 bodů

### 3.2.3.7 Test přesnosti spolehlivosti měření

Reliabilita (spolehlivost) testu vyjadřuje přesnost, s jakou test postihuje to, co má být měřeno. Spolehlivost udává, do jaké míry jsou výsledky testování závislé na náhodné chybě (Hájek, 2001). Pro výpočet přesnosti a spolehlivosti měření byly použity následující vzorce (Šmahel, 2001):

Přesnost měření:  $s_{ch}^2 = \sum(x_1 - x_2)^2/2n$

- $s_{ch}^2$  chybový rozptyl
- $x_1$  hodnota rozměru při 1. měření
- $x_2$  hodnota rozměru při 2. měření
- $n$  počet opakovaně měřených jedinců

Spolehlivost měření:  $R = (s_{celk}^2 - s_{ch}^2)/s_{celk}^2$

Soubor hokejistů byl měřen dvakrát, kdy jsem využil možnosti provádět druhé měření na stejném místě, tedy v posilovně nebo šatně hokejistů, kteří se měření zúčastnili. Kontrolní soubor byl měřen také dvakrát, opět zde byla možnost provádět opakované měření na stejném místě (tělocvična, byt).

Koeficient spolehlivosti měření byl u všech měřených parametrů v rozmezí 0,94 – 0,98. Znamená to tedy, že měřené parametry nevykazují náhodné chyby a lze je použít pro statistické hodnocení.



### 3.3 Statistické zpracování

Data jsem zpracovával pomocí programů MS EXCEL a Statistica 6.0.

#### 3.3.1 Základní statistické charakteristiky

U souboru hokejistů a kontrolního souboru byly zjišťovány tyto základní statistické charakteristiky:

- **aritmetický průměr**  $\bar{x}$  – průměrná hodnota měřeného znaku
- **směrodatná odchylka (SD)** – míra rozptylu měřeného znaku kolem aritmetického průměru
- **střední chyba průměru (SE)** – náhodná chyba aritmetického průměru
- **minimální hodnota znaku (Min)** – nejmenší naměřená hodnota znaku
- **maximální hodnota znaku (Max)** – největší naměřená hodnota znaku

#### 3.3.2 Normalizační indexy (Riegerová, Ulbrichová, 1998; Bláha, 1986)

Normalizační indexy ( $N_i$ ), označované také jako SD skóre nebo z-skóre, se používají k vzájemnému porovnání znaků a tím k vyjádření proporcionality jednotlivce vzhledem k populaci. Umožňují srovnávat libovolný počet znaků různých věkových kategorií, aniž by se stírala jejich individualita. Dále nás informují o rozdílech jednotlivců nebo celého souboru proti referenčnímu souboru. Umožňují tedy zjistit, jak se populace mění v čase. Indexy se počítají podle následujícího vzorce:

$$N_i = \frac{x_i - \bar{x}}{SD}$$

$x_i$  = zjištěná hodnota jednotlivce nebo souboru

$\bar{x}$  = průměr referenčního souboru

SD = směrodatná odchylka referenčního souboru

Je-li  $N_i$  kladný, je zkoumaný znak nad průměrem. Záporný  $N_i$  znamená, že je znak naopak pod průměrem. Rozvoj znaku považujeme v rozmezí  $\pm 0,75$  SD za průměrný, v rozmezí  $+ 0,75 - 1,5$  SD za nadprůměrný, přesáhne-li hodnotu 1,5 SD za

vysoce nadprůměrný. Jeli znak v záporném rozmezí  $-0,75 - -1,5$  SD, je podprůměrný, je-li menší než  $-1,5$  SD, je vysoce podprůměrný.

Srovnáváme-li jedince s referenčním souborem (standardizovaným), je na 5% hladině významnosti považována odchylka od průměru větší než 2 SD.

### 3.3.3 Testování hypotéz (Zvára, 2004)

Pro statistické zpracování dat se využívá testování hypotézy, která vyjadřuje určitou vlastnost zkoumaného jevu. Pro hodnocení si volíme nulovou hypotézu ( $H_0$ ), kterou můžeme šetřením potvrdit, nebo vyvrátit. Jestliže nulovou hypotézu zamítáme, platí hypotéza alternativní ( $H_1$ ). **Výsledek testu může vést k těmto případům vyhodnocení:**

- a) hypotéza  $H_0$  platí a nebyla testem vyvrácena
- b) hypotéza  $H_0$  platí a byla testem zamítnuta – chyba 1. druhu
- c) hypotéza  $H_0$  neplatí a nebyla testem zamítnuta – chyba 2. druhu
- d) hypotéza  $H_0$  neplatí a byla testem zamítnuta

Podmíněná pravděpodobnost  $\alpha$  zamítnutí hypotézy  $H_0$  za předpokladu, že platí  $H_0$ , se nazývá hladina významnosti. Podmíněné pravděpodobnosti  $\beta$  nezamítnutí hypotézy  $H_0$  za předpokladu, že platí dané jednoduché hypotézy  $H_1$ , určují operační charakteristiku testu. Vztah mezi pravděpodobnostmi  $\alpha$  a  $\beta$  lze zhruba charakterizovat nepřímou úměrou.

Statistické testy jsou konstruovány tak, že **předem volíme hladinu významnosti  $\alpha$** . Test se provádí tak, že pomocí dat vypočteme hodnotu testovacího kritéria – testovací statistiky, kterou srovnáváme s kritickou mezí. Pro každý test, hladinu významnosti a počet měření hledáme kritickou mez v příslušných tabulkách. Výsledná tvrzení získaná metodami statistické indukce se vyznačují dvěma úrovněmi nejistoty: tvrzení se týkají náhodných jevů a vyslovujeme je pouze s určitým stupněm spolehlivosti.

### 3.3.3.1 Testovací metody parametrické a neparametrické

Pro testování souborů jsem používal parametrické i neparametrické metody. **Parametrické metody** vyžadují normalitu sledovaných veličin. **Metody neparametrické** normalitu nevyžadují.

### 3.3.3.2 Jednovýběrový t-test

Pro testování hypotézy při malých  $n$  ( $n \leq 30$ ) jsem použil jednovýběrový t-test. Tento test slouží k porovnání hodnot znaků s normou. Testujeme nulovou hypotézu, že průměr měřeného souboru se neliší od souboru normativního. Alternativní hypotéza ( $H_1$ ) je taková, že se náš zkoumaný soubor od normativního liší. Vyhodnocení jsem prováděl pomocí programu Statistica 6.0, kdy jsem hodnotil hladinu p-value. Statisticky významné rozdíly jsou značeny hvězdičkovou konvencí (viz. tab. 3.3.3.2.1). (Zvára, 2004).

Tab. 3.3.3.2.1 Hvězdičková konvence pro hodnocení statistické významnosti

<b>p-value</b>	<b>hvězdičková konvence</b>	<b>hladina významnosti <math>\alpha</math></b>
$0,01 < p \leq 0,05$	*	<b><math>\alpha = 0,05</math></b>
$0,001 < p \leq 0,01$	**	<b><math>\alpha = 0,01</math></b>
$p \leq 0,001$	***	<b><math>\alpha = 0,001</math></b>

### 3.3.3.3 Testování normálního rozdělení

Pro ověření normálního rozdělení měřených a vypočítaných dat byl použit Shapiro-Wilksův test normality v programu Statistica 6.0. Vyhodnocení odchylek od normálního rozdělení bylo vyjádřeno graficky ve formě krabicových diagramů (box-plot). Tyto grafy jsou součástí přílohy.

### 3.3.3.4 Dva nezávislé náhodné výběry

Pro srovnání a vyhodnocení dvou nezávisle náhodně vybraných souborů s předpokladem normálního rozložení byl použit parametrický dvouvýběrový t-test. Vyhodnocení jsem provedl pomocí programu Statistica 6.0. Pro ověření shodnosti rozptylů (SD) souboru hokejistů a kontrolního souboru jsem použil Levenův test. Jestliže se rozptyly znaků lišily již na 5% hladině významnosti, testoval jsem je znovu pomocí neparametrického Mann – Whitney U testu pomocí programu Statistica 6.0. Výsledky neparametrického testování znaků s rozdílnými SD jsou uváděny vždy pod odpovídající tabulkou parametrického dvouvýběrového t-testu. Pro vyjádření neshody SD souboru hokejistů a kontrolního souboru jsem použil krabicový diagram (box-plot).

### 3.3.3.5 Korelační analýza

Pro zkoumání vztahů mezi různými znaky jsem využil metodu korelační analýzy. Mírou síly vztahu dvou náhodných veličin X a Y je Pearsonův korelační koeficient, který je mírou linearitu vztahu. Jeho teoretická hodnota leží v rozmezí -1 - 1. Jestliže je korelační koeficient roven 0, nazýváme veličiny X a Y jako nekorelované. Čím je korelační koeficient blíže k 1 nebo -1, tím je závislost veličin X a Y větší. Při kladné hodnotě korelačního koeficientu očekáváme velké hodnoty jedné z náhodných veličin při velkých hodnotách druhé z nich. Při záporném korelačním koeficientu očekáváme velké hodnoty jedné veličiny při malých hodnotách druhé z nich (Zvára, 2004).

Pro hodnocení závislostí veličin v populacích, ve kterých nemůžeme předpokládat normální rozdělení nebo linearitu očekávaného vztahu, používáme Spearmanův korelační koeficient. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu  $r_s$  není tolik závislá na vychýlených hodnotách a pro malé a střední rozsahy je jeho výpočet vhodný (Zvára, 2004).

Pro ověření normálního rozdělení zkoumaných veličin byl použit Shapiro-Wilksův test normality v programu Statistica 6.0.

## 4 Výsledková část

### 4.1 Normalizační indexy

Pro výpočet normalizačních indexů ( $N_i$ ) souboru hokejistů a kontrolního souboru byla použita data získaná měření probandů, která jsem dále pro průkaznější hodnocení srovnával s již známým a dostatečně reprezentativním vzorkem cvičenců z Československé spartakiády z roku 1985 (Bláha, 1986).

U souboru hokejistů ( $n = 30$ ) a kontrolního souboru ( $n = 30$ ) byly vypočítány **průměrné normalizační indexy** následujících antropometrických hodnot:

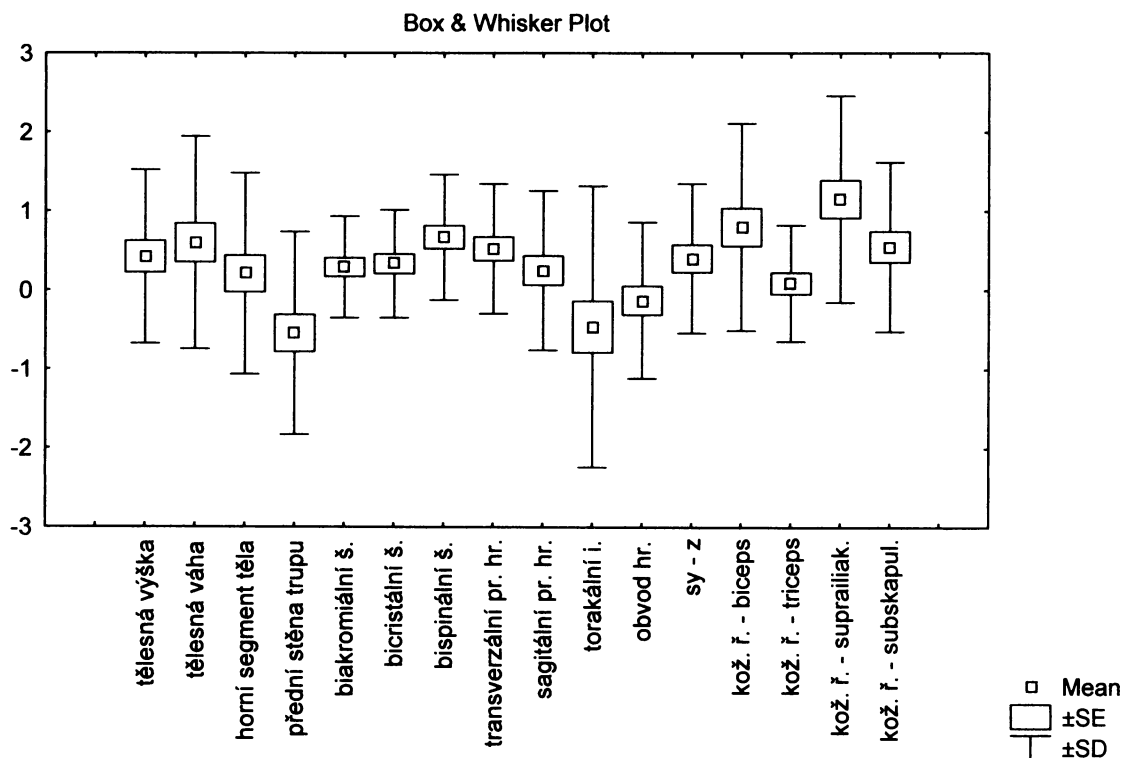
- $N_i$  tělesná hmotnost
- $N_i$  tělesná výška
- $N_i$  horní segment těla
- $N_i$  přední stěna trupu
- $N_i$  biakromiální šířka
- $N_i$  bicristální šířka
- $N_i$  bispinální šířka
- $N_i$  transverzální průměr hrudníku
- $N_i$  sagitální průměr hrudníku
- $N_i$  torakální index
- $N_i$  obvod hrudníku
- $N_i$  kožní řasa – biceps
- $N_i$  kožní řasa – triceps
- $N_i$  kožní řasa suprailiaková
- $N_i$  kožní řasa subskapulární

Hodnoty průměrných  $N_i$  byly dále vyhodnoceny pomocí jednovýběrového t-testu proti normativnímu souboru z roku 1985 (za normu považujeme 0). Dosažené hladiny t-testu souboru hokejistů a kontrolního souboru jsou uvedeny v tabulkách 4.1.1 a 4.1.2. Průměry  $N_i$ , SD a SE jednotlivých antropometrických hodnot obou souborů jsou uvedeny také v grafu 4.1.1 a grafu 4.1.2.

Tab. 4.1.1 Srovnání normalizačních indexů souboru hokejistů (18 – 26,99 let) s normativním souborem cvičenců z roku 1985

Hokejisté (18,00 - 26,99 let)							
n = 30	průměr	SD	min	max	t	p-value	významnost
tělesná hmotnost - Ni	0,59759	1,34342	-2,1846	3,6029	2,43642	0,02121	*
tělesná výška - Ni	0,42188	1,09743	-1,2851	2,5449	2,10561	0,04401	*
<b>horní segment těla - Ni</b>	<b>0,20628</b>	<b>1,27141</b>	<b>-2,7144</b>	<b>2,8841</b>	<b>0,88864</b>	<b>0,38151</b>	
přední stěna trupu (sst - sy) - Ni	-0,54629	1,28120	-3,4412	1,5313	-2,3354	0,02665	*
biakromiální šířka - Ni	0,28813	0,64130	-0,82524	1,885965	2,4609	0,02005	*
bicristální šířka - Ni	0,32980	0,68144	-1,5847	1,344086	2,65085	0,01287	*
bispinální šířka - Ni	0,66769	0,79211	-0,67708	2,512563	4,61688	0,00007	***
transverzální průměr hrudníku - Ni	0,52194	0,82003	-1,19048	1,853933	3,48618	0,00158	**
<b>sagitální průměr hrudníku - Ni</b>	<b>0,24725</b>	<b>1,00673</b>	<b>-1,33005</b>	<b>2,613065</b>	<b>1,34517</b>	<b>0,1890</b>	
<b>torakální index - Ni</b>	<b>-0,14023</b>	<b>0,82581</b>	<b>-1,93831</b>	<b>1,671140</b>	<b>-0,93007</b>	<b>0,36001</b>	
obvod hrudníku - Ni	-0,12978	0,98801	-2,3478	2,2719	-0,71943	0,47763	
kožní řasa - biceps - Ni	0,79801	1,30941	-0,9167	3,0583	3,33803	0,00233	**
<b>kožní řasa - triceps - Ni</b>	<b>0,08591</b>	<b>0,73497</b>	<b>-1,2381</b>	<b>2,203</b>	<b>0,64019</b>	<b>0,52708</b>	
kožní řasa suprailiální - Ni	1,15273	1,30452	-0,5565	4,2547	4,83992	0,00004	***
kožní řasa subskapulární - Ni	0,54929	1,06989	-1,0188	3,1367	2,81208	0,00874	**
vzdálenost sy - z - Ni	0,40055	0,94546	-1,074	2,506	2,32046	0,02755	*

Graf 4.1.1 Box – Whisker plot: Ni – soubor hokejistů 18 – 26,99 let



Normalizační indexy souboru hokejistů vykazují podle dat za tab. 4.1.1 a grafu 4.1.1 poměrně značné změny proti normativnímu souboru cvičenců z roku 1985.

Normalizační indexy hodnot **tělesné výšky, tělesné hmotnosti, biakromiální šířky, bicristální šířky a vzdálenosti sy-z** souboru hokejistů jsou větší na 5% hladině významnosti proti normativnímu souboru z roku 1985. Hodnota  $N_i$  **přední stěny trupu** je na 5% hladině významnosti menší než je hodnota normativního souboru.

Hodnoty  $N_i$  znaků: **transverzální průměr hrudníku, kožní řasa nad bicipsem a kožní řasa subskapulární** jsou vyšší proti normativnímu souboru na 1% hladině významnosti.

Na nejvyšší hladině **významnosti 0,1%** jsou znaky související s pánví, tedy hodnoty  $N_i$  **bispinální šířky a kožní řasy suprailiakální**. Hodnoty  $N_i$  těchto znaků jsou signifikantně větší proti průměru z roku 1985 souboru cvičenců.

Vzhledem k velikosti **směrodatné odchylky** nelze žádný znak považovat statisticky za vysoce nadprůměrný (který by převyšoval 2,0 SD).

V příloze jsou dále uvedeny histogramy **testování normálního rozdělení** měřených znaků u souboru hokejistů. Výchylka od tohoto rozdělení byla zaznamenána na **1% hladině** významnosti u parametru kožní řasy nad bicipsem (graf 9.2.1.13 přílohy).

Na významnějších hladinách nebyla výchylka zaznamenána.

Tab. 4.1.2 Srovnání normalizačních indexů ( $N_i$ ) kontrolního souboru (18 – 26,99 let) s normativním souborem cvičenců z roku 1985

Kontrola - muži (18,00 - 26,99 let)							
n = 30	průměr	SD	min	max	t	p-value	významnost
tělesná hmotnost - $N_i$	0,14753	1,14811	-2,073	2,0444	0,703826	0,487154	
tělesná výška - $N_i$	0,04725	0,89739	-1,449	1,7842	0,288371	0,775114	
horní segment těla - $N_i$	-0,19561	1,21823	-2,929	2,0485	-0,879475	0,386374	
přední stěna trupu (sst - sy) - $N_i$	-0,72054	1,09002	-3,125	1,5441	-3,62062	0,001109	**
biakromiální šířka - $N_i$	-0,08485	0,66599	-1,311	1,3684	-0,697832	0,490840	
bicristální šířka - $N_i$	0,01123	0,87578	-1,343	1,4516	0,070229	0,944493	
bispinální šířka - $N_i$	0,51942	1,02176	-1,709	2,4138	2,784372	0,009346	**
transverzální pr. hrudníku - $N_i$	0,83595	1,38366	-1,272	3,3708	3,309095	0,002507	**
sagitální průměr hrudníku - $N_i$	0,03170	1,53025	-2,548	2,6601	0,113490	0,910424	
torakální index - $N_i$	-0,49342	1,37403	-3,638	1,9656	-1,96690	0,058828	
obvod hrudníku - $N_i$	0,00571	1,32384	-2,818	3,2030	2,934027	0,981305	
kožní řasa nad bicipsem - $N_i$	1,29178	1,54005	-0,708	7,3980	4,594245	0,000078	***
kožní řasa nad tricipsem - $N_i$	0,18940	0,98357	-1,397	2,8889	1,054709	0,300267	
kožní řasa suprailiální - $N_i$	0,95391	1,11667	-0,817	4,2547	4,678887	0,000062	***
kožní řasa subskapulární - $N_i$	0,52975	1,28232	-0,991	4,2091	2,262728	0,031317	*
vzdálenost sy - z	0,22564	0,96625	-2,162	2,3026	1,279054	0,211018	

Normalizační indexy celé kontrolní skupiny vykazují také posun průměrů proti normativnímu souboru z roku 1985.

Na **5% hladině významnosti** pozorujeme dosažení vyšších hodnot proti normativnímu souboru u  $N_i$  **kožní řasy subskapulární**. Na **1% hladině významnosti** dosahují vyšších hodnot znaky: **bispinální šířka** a **transverzální průměr hrudníku**. Délka přední stěny trupu vykazuje na **1% hladině významnosti** naopak nižší průměrnou hodnotu proti normativnímu souboru z roku 1985.

Na **0,1% hladině významnosti** se liší od průměru hodnoty **kožní řasy nad bicipsem** a **kožní řasy suprailiální**, které jsou signifikantně vyšší, než u normativního souboru cvičenců z roku 1985.

Vzhledem k velikosti **SD** se také žádný znak nedá považovat za vysoce nadprůměrný.

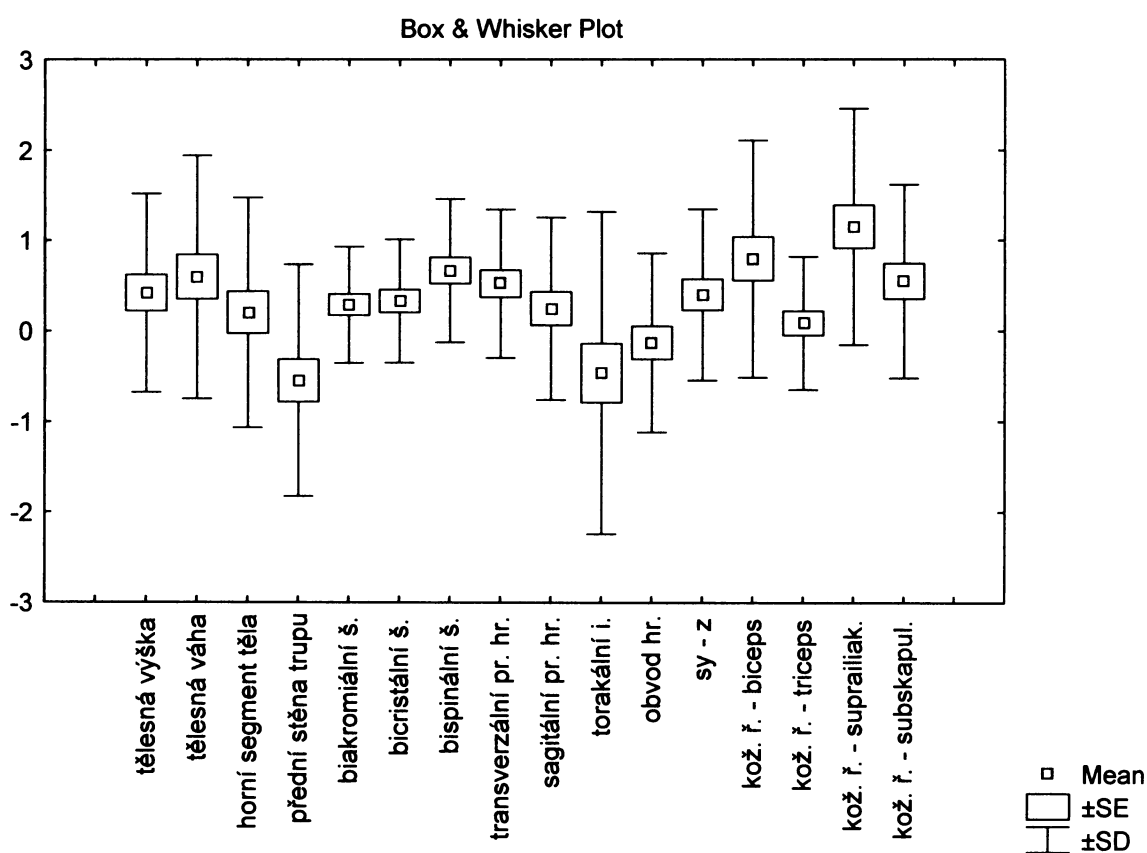
Hladinu 1,5 SD však převyšují tyto nadprůměrné znaky: **kožní řasa nad bicipsem** a **sagitální průměr hrudníku**.



Testování **normality** dat Ni celého kontrolního souboru prokázalo na **5% významnosti** výchylku u těchto hodnot: transverzální průměr hrudníku (příl. graf 9.2.2.8). Na vyšší hladině významnosti, tedy **1%**, byly zaznamenány tyto výchyly: kožní řasa nad tricepsem (jeden proband vybočuje vysokou hodnotou této kožní řasy, graf 9.2.2.14 příl.), kožní řasa subskapulární (vybočuj opět jeden proband, graf 9.2.2.16 příl.).

Na nejvyšší **0,1%** hladině se pohybuje hodnota kožní řasy nad bicipsem (vybočuje jeden proband, graf 9.2.2.13 přílohy).

Graf 4.1.2 Box – Whisker plot: Ni – kontrolní soubor 18 – 26,99 let



## 4.2 Porovnání N<sub>i</sub> souboru hokejistů a N<sub>i</sub> kontrolního souboru

V následující části se věnuji porovnání průměrů normalizačních indexů souboru hokejistů a kontrolního souboru. Pro hodnocení byl vybrán dvouvýběrový t-test.

Tab. 4.2.1 Srovnání N<sub>i</sub> souboru hokejistů s kontrolním souborem – (18 – 26,99 let):

Srovnání N <sub>i</sub> souboru hokejistů a kontrolního souboru (18 - 26,99 let)											
	průměr hokejisté	průměr kontrola	t-value	p-value	SD hokejisté	SD kontrola	F-ratio	p-variances	Význ.	Levene	p
tělesná výška – Ni	0,4219	0,0473	1,448	<b>0,15315</b>	1,097	0,897	1,496	0,284254		2,737	0,104
tělesná váha – Ni	0,5976	0,1475	1,400	<b>0,16836</b>	1,343	1,148	1,369	0,402573		0,611	0,438
Hor. segm. těla - Ni	0,2063	-0,1956	1,250	<b>0,21628</b>	1,271	1,218	1,089	0,819605		0,101	0,752
Před. stěna tr. - Ni	-0,5463	-0,7205	0,567	<b>0,57264</b>	1,281	1,090	1,382	0,389279		0,376	0,542
biakromiální š. - Ni	0,2881	-0,0849	2,210	<b>0,03109</b>	0,641	0,666	1,079	0,840155	*	0,116	0,735
bicristální š. - Ni	0,3298	0,0112	1,573	<b>0,12129</b>	0,681	0,876	1,652	0,182626		4,106	0,047
bispinální š. - Ni	0,6677	0,5194	0,628	<b>0,53235</b>	0,792	1,022	1,664	0,176374		1,884	0,175
Transverz.pr.hr. – Ni	0,5219	0,8360	-1,069	<b>0,28936</b>	0,820	1,384	2,847	0,006266		14,700	0,0003
sagitální pr. hr. – Ni	0,2473	0,0317	0,645	<b>0,52179</b>	1,007	1,530	2,311	0,027497		5,8710	0,019
torakální i. – Ni	-0,4636	0,0057	-1,160	<b>0,25106</b>	1,779	1,324	1,805	0,117536		0,0017	0,967
obvod hr. – Ni	-0,1298	-0,4934	1,177	<b>0,24404</b>	0,988	1,374	1,934	0,080915		5,2157	0,026
Sy-z – Ni	0,4006	0,2256	0,709	<b>0,48137</b>	0,946	0,966	1,045	0,907558		0,0280	0,868
k.ř. – biceps – Ni	0,7980	1,2918	-1,338	<b>0,18615</b>	1,309	1,540	1,383	0,387415		0,1233	0,727
k.ř. – triceps – Ni	0,0859	0,1894	-0,462	<b>0,64604</b>	0,735	0,984	1,791	0,122386		1,4639	0,231
k.ř.suprailiákální-Ni	1,1527	0,9539	0,634	<b>0,52846</b>	1,305	1,117	1,365	0,407405		0,6643	0,418
k.ř.subskapulární-Ni	0,5493	0,5298	0,064	<b>0,94911</b>	1,070	1,282	1,437	0,334854		0,2191	0,642
Test Mann - Whitney U											
	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	Valid N	Z <sup>2</sup> 1sided	Význ.
bicristální š. – Ni	1015,500	814,500	349,50	1,486	<b>0,137</b>	1,486	<b>0,137</b>	30	30	<b>0,138</b>	
transverz.pr.hr. - Ni	899,500	930,500	434,50	-0,229	<b>0,819</b>	-0,229	<b>0,819</b>	30	30	<b>0,820</b>	
sagitální pr. hr. – Ni	950,000	880,000	415,00	0,518	<b>0,605</b>	0,518	<b>0,605</b>	30	30	<b>0,613</b>	
obvod hrudníku - Ni	969,000	861,000	396,00	0,798	<b>0,425</b>	0,7985	<b>0,425</b>	30	30	<b>0,432</b>	

Z výše uvedené tab. 4.2.1 lze zjistit, že se celý soubor hokejistů od kontrolního souboru významně neliší. 5% hladiny významnosti dosáhla pouze hodnota biakromiální šířky, která je vyšší na této hladině u skupiny hokejistů. Znaky bicristální šířka, transverzální průměr hrudníku, sagitální průměr hrudníku a obvod hrudníku byly testovány neparametricky, protože Levenův test prokázal rozdíl v SD souboru hokejistů. Pomocí Levenova testu byl zjištěn rozdíl rozptylů (SD) obou souborů u hodnot N<sub>i</sub> bicristální šířky, sagitálního průměru hrudníku a obvodu hrudníku na 5% hladině významnosti. Signifikantní rozdíl rozptylů byl zaznamenán u hodnoty N<sub>i</sub> transverzálního průměru hrudníku na 0,1% hladině významnosti. Hodnoty N<sub>i</sub> bicristální šířky, sagitálního průměru hrudníku, obvodu hrudníku a transverzálního průměru hrudníku byly testovány pomocí

neparametrického Mann – Whitney U testu. Signifikantní rozdíly mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem nebyly tímto testem potvrzeny.

### **4.3 Rozdíly bilaterálně měřených rozměrů souboru hokejistů a kontrolního souboru**

Tato stať je zaměřena na vyhodnocení parametrů, které byly měřeny na obou stranách těla. U souboru hokejistů a kontrolního souboru byly vypočítány průměrné hodnoty rozdílů bilaterálně měřených parametrů a průměrná hodnota Adamsova úhlu hrudní a bederní oblasti zad. U bilaterálně měřených rozměrů byl vypočítán rozdíl mezi hodnotou měřenou na levé a pravé straně těla a vypočítán průměr pro odpovídající parametr. Odečítány byly hodnoty pravé strany těla od hodnot levé strany těla (L-P). Pro bilaterálně měřené parametry tedy platí, že je-li výsledný rozdíl mezi levou a pravou stranou značen záporným znaménkem, je pravý parametr větší. Je-li stranový rozdíl bilaterálně měřeného parametru kladný, je hodnota levého parametru větší.

Oboustranně byly měřeny tyto parametry:

- výška bodu akromiale od země ( $a - z$ ) - cm
- výška bodu iliocristale od země ( $ic - z$ ) - cm
- výška bodu iliospinale od země ( $is - z$ ) - cm
- výška bodu iliospinale posterius od země ( $isp - z$ ) - cm
- výška bodu angulus inferior scapulae od země ( $ai - z$ ) - cm

#### **Hodnocení vyváženosti stoje**

Test stoje na 2 vahách se používá pro posouzení držení těla. Posuzuje se rozdíl stranového zatěžování. Za fyziologickou hranici stranového rozdílu byla zvolena hranice odpovídající 10% tělesné hmotnosti probanda. Byla-li hodnota zjištěného rozdílu hmotností stoje na dvou vahách větší než tato hranice, byl stoj považován za nevyrovnaný, tedy nefyziologický (Velé, 1995).

Rozdíl hmotnosti levé a pravé strany byl vyjádřen v procentech hmotnosti probanda. Odečítány byly hodnoty hmotnosti pravé strany od levé (L – P). Záporné znaménko rozdílu hmotností znamená vyšší hodnotu pravé strany těla.

## Hodnocení Adamsova úhlu

Hodnoty Adamsova úhlu byly zaznamenávány ve stupních. Záporným znaménkem byly značeny hodnoty Adamsova úhlu v případě, že byl levý paravertebrální val vyvýšený. Kladná hodnota Adamsova úhlu naopak značí vyvýšení pravého paravertebrálního valu. U zdravého jedince by úhel, který svírá tečna obou paravertebrálních valů s horizontálou, neměl přesahovat 5° (Vlach, 1986).

### 4.3.1 Hodnocení bilaterálně měřených parametrů souboru hokejistů

Tabulka 4.3.1.1 uvádí srovnání hodnot bilaterálně měřených parametrů, Adamsova úhlu a rozdílu hmotnosti testu stoje na dvou vahách s normou, tedy 0 hodnotou. Pro test byl použit jednovýběrový t-test. Z výsledků plyne, že na 5% hladině významnosti jsou znaky: rozdíl výšky bodu is – z, rozdíl délky dolní končetiny a rozdíl hmotnosti stoje na 2 vahách, **vyšší proti normě**. Vzhledem k hladině významnosti nelze tyto parametry hodnotit jako signifikantní.

Tab. 4.3.1.1 Soubor hokejistů – průměrné rozdíly bilaterálně měřených rozměrů, průměrné hodnoty Adamsova úhlu, průměrný rozdíl hmotnosti testu stoje na 2 vahách

Bilaterální rozměry, Adamsův úhel, stoj na 2 vahách - hokejisté 18 - 26,99 let								
	průměr	SD	N	Std.Err.	Reference	t-value	p	význ.
rozdíl a – z (cm)	0,18667	1,082058	30	0,197556	0,00	0,94488	0,352527	
rozdíl ic – z (cm)	0,12667	1,078611	30	0,196927	0,00	0,64322	0,525137	
rozdíl is – z (cm)	0,34667	0,877195	30	0,160153	0,00	2,16459	0,038790	*
rozdíl ai – z (cm)	0,34667	1,254436	30	0,229028	0,00	1,51365	0,140939	
rozdíl isp – z (cm)	0,12667	0,719163	30	0,131301	0,00	0,96471	0,342668	
rozdíl délky dol. končetiny (cm)	0,34667	0,877195	30	0,160153	0,00	2,16459	0,038790	*
Adamsův úhel – th (°)	0,91667	3,295983	30	0,601761	0,00	1,52331	0,138514	
Adamsův úhel – lb (°)	-1,00000	3,277404	30	0,598369	0,00	-1,67121	0,105439	
rozdíl hmotnosti stoje na 2 vahách (%těles.hm.)	2,31695	5,857468	30	1,069422	0,00	2,16654	0,038627	*

### 4.3.2 Hodnocení měření Adamsova úhlu u soubor hokejistů

Tab. 4.3.2.1 Podíly probandů souboru hokejistů v závislosti na výšce paravertebrálních valů v hrudní (Th) a lumbální (Lb) oblasti zad

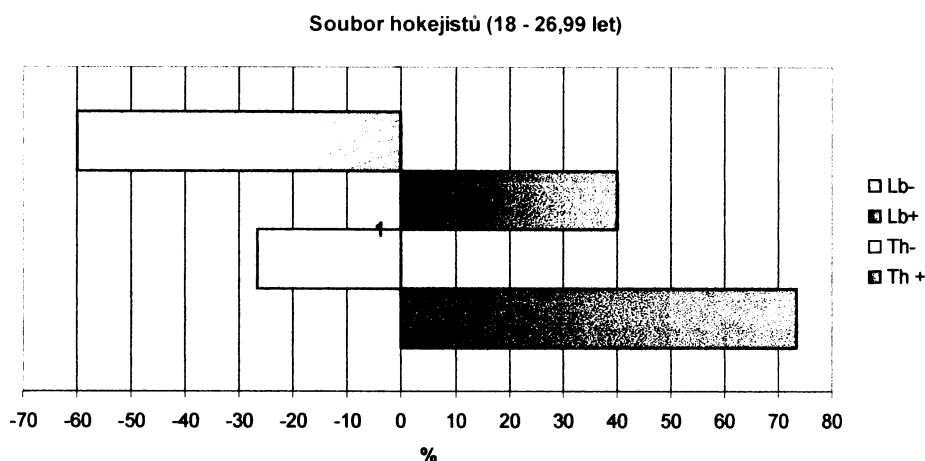
Adamsův úhel v Th a Lb oblasti	% hokejistů
Th+ : pravý paravertebrální val je výše než levý v hrudní oblasti zad	73,3
Th- : levý paravertebrální val je výše než pravý v hrudní oblasti zad	26,7
Lb+ : pravý paravertebrální val je výše než levý v bederní oblasti zad	40
Lb- : levý paravertebrální val je výše než pravý v bederní oblasti zad	60

Z tabulky 4.3.2.1 je patrné, že u souboru hokejistů je pravý paravertebrální val v **hrudní oblasti** výše než levý u 73 % probandů. U zbylých 27 % je levý paravertebrální val výše než pravý.

Dále je patrné, že v **bederní oblasti** převažuje podíl probandů s vyšším paravertebrálním valem na levé straně, tedy celých 60 % probandů. U zbývajících 40% probandů je výše pravý paravertebrální val.

Graf 4.3.1 vyjadřuje hodnocení podílu probandů souboru hokejistů v závislosti na výšce paravertebrálních valů a straně těla v hrudní a bederní oblasti graficky.

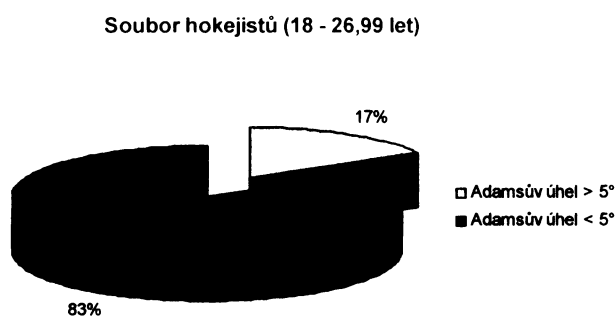
Graf 4.3.2.1 Podíly probandů souboru hokejistů v závislosti na výšce paravertebrálních valů v hrudní (Th) a lumbální (Lb) oblasti zad a straně těla – srovnání podílů



Následující graf 4.3.2.2 uvádí podíl hokejistů z celého souboru hokejistů, kteří mají v hrudní nebo bederní oblasti zad hodnotu Adamsova úhlu větší a menší než 5°. Tato hodnota je důležitá z hlediska diagnostiky idiopatické skoliózy měřené prostřednictvím Adamsova testu (Vlach, 1986).

**Hodnotu 5° přesáhlo 17% probandů souboru hokejistů. Zbýlých 83% mělo hodnotu Adamsova úhlu menší nebo rovnu 5°.**

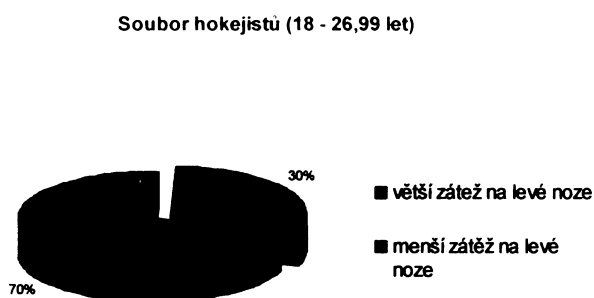
Graf 4.3.2.2 Podíl hokejistů v závislosti na kritické hodnotě Adamsova úhlu 5°



### 4.3.3 Hodnocení vyváženosti stoje souboru hokejistů

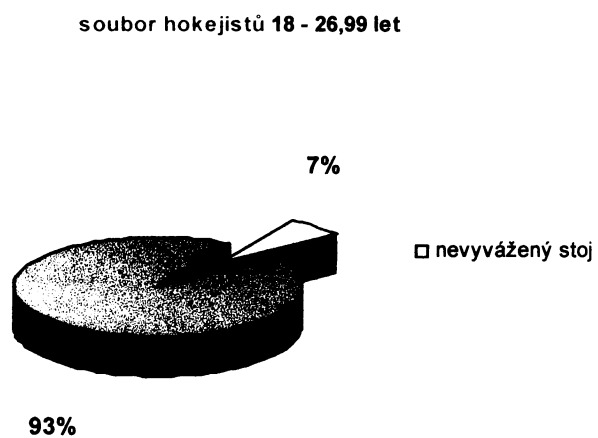
Z následujícího grafu 4.3.3.1 je zřejmé, že 70% probandů souboru hokejistů zatěžuje více levou nohu, než pravou. Zbýlých 30% zatěžuje naopak více nohu levou.

Graf 4.3.3.1 Podíl hokejistů v závislosti na stranové diferenciaci stoje na dvou vahách



Graf 4.3.3.2 vyjadřuje podíl hokejistů, kteří přesahují 10% hranici pro určení nevyváženého stoje. U souboru hokejistů překročilo tuto mez 7% probandů. Zbýlých 93% má stoj vyvážený.

Graf 4.3.3.2 Podíl hokejistů z celého souboru hokejistů s vyváženým a nevyváženým stojem



#### 4.3.4 Hodnocení bilaterálně měřených parametrů kontrolního souboru

Tabulka 4.3.4.1 uvádí srovnání hodnot bilaterálně měřených parametrů, Adamsova úhlu a rozdílu hmotnosti testu stoje na dvou vahách s normou, tedy 0 hodnotou. Pro testování byl zvolen jednovýběrový t-test. Z výsledků plyne, že hodnoty průměrného rozdílu levé a pravé strany výšky bodu acromiale a bodu angulus inferior jsou signifikantně vyšší proti normě (0) na hladině významnosti 0,1 %.

Dále můžeme pozorovat, že hodnota Adamsova úhlu v lumbální oblasti dosahuje na 1% hladině významnosti výrazně nižších hodnot proti normě (0). Znamená to tedy, že u kontrolního souboru je levý paravertebrální val v lumbální oblasti zad níže, než pravý paravertebrální val.

Tab. 4.3.4.1 Kontrolní soubor 18 – 26,99 let - průměrné rozdíly bilaterálně měřených rozměrů, průměrné hodnoty Adamsova úhlu, průměrný rozdíl hmotnosti testu stoje na 2 vahách.

Bilaterální rozměry - kontrola 18 - 26,99 let								
	průměr	SD	N	Std.Err.	Reference	t-value	p	význ.
rozdíl a – z (cm)	0,76667	0,651435	30	0,118935	0,00	6,44608	0,000000	***
rozdíl ic – z (cm)	-0,13000	0,683374	30	0,124766	0,00	-1,04195	0,306045	
rozdíl is – z (cm)	-0,02333	0,515741	30	0,094161	0,00	-0,24780	0,806033	
rozdíl ai – z (cm)	0,66333	0,858420	30	0,156725	0,00	4,23246	0,000212	***
rozdíl isp – z (cm)	0,01333	0,282517	30	0,051580	0,00	0,25850	0,797850	
rozdíl délky dol. končetiny (cm)	-0,02333	0,515741	30	0,094161	0,00	-0,24780	0,806033	
Adamsův úhel – th (°)	-0,80000	3,635552	30	0,663758	0,00	-1,20526	0,237847	
Adamsův úhel – lb (°)	-1,73333	3,244978	30	0,592449	0,00	-2,92571	0,006613	**
rozdíl hmotností stoje na 2 vahách (%těles.hm.)	1,97238	6,179613	30	1,128238	0,00	1,74820	0,091011	



#### 4.3.5 Hodnocení měření Adamsova úhlu u kontrolního souboru

Tab. 4.3.5.1 Podíly probandů kontrolního souboru v závislosti na výšce paravertebrálních valů v hrudní (Th) a lumbální (Lb) oblasti zad

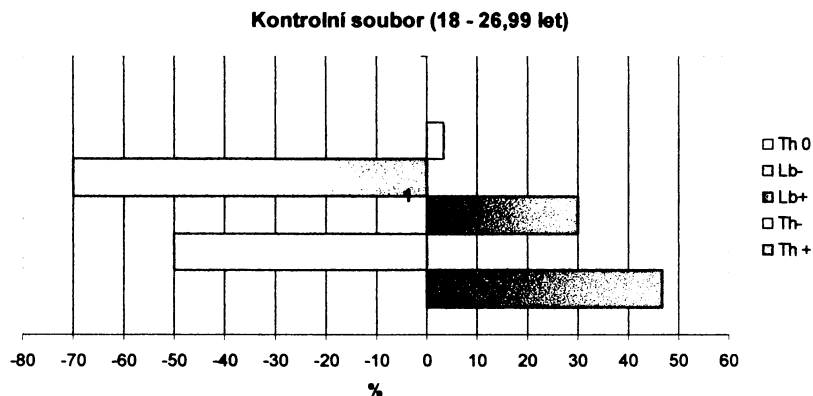
Adamsův úhel v Th a Lb oblasti	% probandů
Th+ : pravý paravertebrální val je výše než levý v hrudní oblasti zad	47
Th- : levý paravertebrální val je výše než pravý v hrudní oblasti zad	50
Lb+ : pravý paravertebrální val je výše než levý v bederní oblasti zad	30
Lb- : levý paravertebrální val je výše než pravý v bederní oblasti zad	70
Th 0 : paravertebrální valy jsou ve stejné výšce	3

Z výše uvedené tabulky 4.3.1.5 je patrné, že u kontrolního souboru je v **hrudní oblasti** zad pravý paravertebrální val výše než levý u 47 % probandů. U 3% probandů kontrolního souboru jsou paravertebrální valy ve stejné výšce a u 50% probandů je výše levý paravertebrální val.

Dále můžeme pozorovat, že v **lumbální oblasti** zad je u 70% probandů výše levý paravertebrální val než pravý. Zbýlých 30% probandů má výše pravý paravertebrální val.

Graf 4.3.5.1 vyjadřuje hodnocení podílu probandů kontrolního souboru v závislosti na výšce paravertebrálních valů a straně těla v hrudní a bederní oblasti graficky.

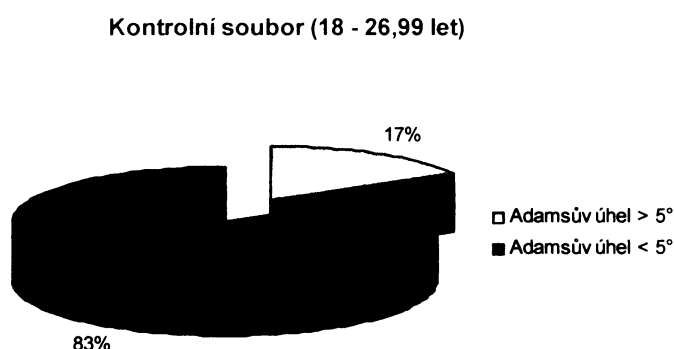
Graf 4.3.5.1 Podíly probandů kontrolního souboru v závislosti na výšce paravertebrálních valů v hrudní (Th) a lumbální (Lb) oblasti zad a straně těla – srovnání podílů



Následující graf 4.3.5.2 uvádí podíl probandů kontrolního souboru, kteří mají v hrudní nebo bederní oblasti zad hodnotu Adamsova úhlu větší a menší než 5°. Tato hodnota je určující pro určení diagnózy idiopatické skoliózy pomocí měření Adamsova úhlu.

**Hodnotu 5° přesáhlo 17% probandů kontrolního souboru. Zbýlých 83% mělo hodnotu Adamsova úhlu menší nebo rovnu 5°. Je nutné také poznamenat, že kontrolní soubor vykazuje stejné hodnoty, jako soubor hokejistů.**

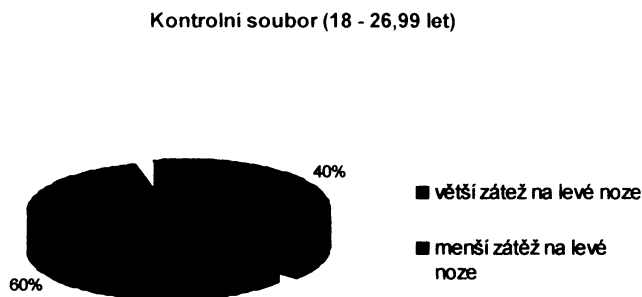
Graf 4.3.5.2 Podíl probandů kontrolního souboru v závislosti na kritické hodnotě Adamsova úhlu 5°



#### 4.3.6 Hodnocení vyváženosti stoje u kontrolního souboru

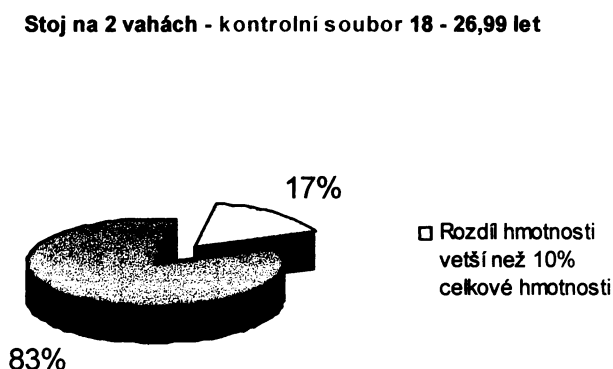
Z následujícího grafu 4.3.6.1 je zřejmé, že 60% probandů kontrolního souboru zatěžuje více levou nohu, než pravou. Zbývajících 40% zatěžuje naopak více nohu pravou.

Graf 4.3.6.1 Podíl probandů kontrolního souboru v závislosti na stranové diferenciaci stoje na dvou vahách



Graf 4.3.6.2 vyjadřuje podíl probandů kontrolního souboru, kteří přesahují 10% hranici pro určení nevyváženého stoje. U kontrolního souboru překročilo tuto hranici 17% probandů. Zbýlých 83 % má stoj vyvážený.

Graf 4.3.6.2 Podíl probandů kontrolního souboru s vyváženým a nevyváženým stojem



#### **4.3.7 Porovnání bilaterálně měřených parametrů, Adamsova úhlu a vyváženosti stoje na dvou vahách mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem**

Pro vyhodnocení srovnání souboru hokejistů a kontrolního souboru byl použit dvouvýběrový parametrický t-test. Testování shody rozpětí SD pomocí Levenova testu prokázalo u znaků: rozdíl výšky bodu akromiale od země, rozdíl výšky bodů iliospinale od země, rozdíl výšky bodů angulus inferior od země, rozdíl výšky bodů iliospinale od země a rozdíl délky dolní končetiny rozdílne rozpětí SD u kontrolního souboru a souboru hokejistů. U těchto znaků bylo tedy srovnání mezi oběma soubory provedeno pomocí neparametrického Mann – Whitneyho U testu. Výsledky neparametrického testování neobjevily žádné významné rozdíly mezi testovaným souborem hokejistů a kontrolním souborem (tab. 4.3.7.1).

Výsledkem srovnání obou souborů je zjištění, že se mezi sebou příliš neliší. Pouze rozdíl výšky bodu akromiale od země dosahuje na 5% hladině významnosti vyšší průměrné hodnoty u kontrolního souboru (0,77 mm). Toto zjištění potvrdil i neparametrický test.

Tab. 4.3.7.1 Srovnání průměrů bilaterálně měřených parametrů těla, průměru Adamsova úhlu hrudní a lumbální oblasti zad a průměrného rozdílu hmotnosti stoje na dvou vahách mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem

Srovnání souboru hokejistů a kontrolního souboru (18 – 26,99 let)											
	průměr hokejisté	průměr kontrola	t-value	p	SD hokejisté	SD kontrola	F-ratio	p Variances	Levene	p - Leven	význ.
rozíl a – z (cm)	0,187	0,767	-2,515	0,015	1,082	0,651	2,759	0,007938	8,544	0,004936	*
rozíl ic – z (cm)	0,127	-0,130	1,101	0,276	1,079	0,683	2,491	0,016550	3,060	0,085557	
rozíl is – z (cm)	0,347	-0,023	1,992	0,051	0,877	0,516	2,893	0,005546	6,503	0,013436	
rozíl ai – z (cm)	0,347	0,663	-1,141	0,259	1,254	0,858	2,136	0,045286	4,835	0,031894	
rozíl isp – z (cm)	0,127	0,013	0,803	0,425	0,719	0,282	6,480	0,000003	13,724	0,000474	
rozíl délky dol. končetiny (cm)	0,347	-0,023	1,992	0,051	0,877	0,516	2,893	0,005546	6,503	0,013436	
Adamsův úhel – th (°)	0,917	-0,800	1,916	0,060	3,296	3,636	1,217	0,600902	3,525	0,065487	
Adamsův úhel – lb (°)	-1,000	-1,733	0,871	0,387	3,277	3,245	1,020	0,957664	0,379	0,540939	
rozíl hmotností stoje na 2 vahách (%těles.hm.)	2,317	1,972	0,222	0,825	5,858	6,180	1,113	0,775054	0,579	0,449757	
Srovnání hokejistů a kontroly (18 - 26,99 let) - Mann - Whitney U test											
	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	2*1side d	význ.		
rozíl a – z (cm)	773,50	1056,50	308,50	-2,092	0,03644	-2,093	0,036320	0,03577	*		
rozíl ic – z (cm)	954,00	876,00	411,00	0,577	0,56422	0,577	0,563901	0,57184			
rozíl is – z (cm)	1005,00	825,00	360,00	1,331	0,18332	1,332	0,182811	0,1878			
rozíl ai – z (cm)	843,50	986,50	378,50	-1,057	0,29047	-1,058	0,290144	0,29279			
rozíl isp – z (cm)	997,00	833,00	368,00	1,212	0,22539	1,215	0,224273	0,23008			
rozíl délky dol. končetiny (cm)	1005,00	825,00	360,00	1,331	0,18332	1,332	0,182811	0,18718			
Adamsův úhel – th (°)	996,00	834,00	369,00	1,198	0,23110	1,215	0,224407	0,23589			
Adamsův úhel – lb (°)	984,50	845,50	380,50	1,028	0,30418	1,040	0,298421	0,30658			
rozíl hmotností stoje na 2 vahách (%těles.hm.)	929,00	901,00	436,00	0,207	0,83602	0,207	0,836024	0,84297			

#### 4.3.8 Korelace znaků souboru hokejistů a kontrolního souboru

Pro hodnocení vzájemných závislostí parametrů souboru hokejistů a kontrolního souboru jsem použil opět program STATISTICA 6.0. Pro vyhodnocení všech měřených znaků byl zvolen standardní korelační test. V tabulkách jsou zaznamenány hodnoty korelačního koeficientu  $r(x,y)$ . Koeficienty označené červeně jsou významné na 1% hladině významnosti. Parametry souboru hokejistů i kontrolního souboru, které vykazovaly na 1% hladině významnosti odchylky od normálního rozložení, byly testovány neparametricky pomocí Spearmanova korelačního testu.

Kladné hodnoty korelačního koeficientu vyjadřují přímo úměrnou závislost porovnávaných znaků, záporná hodnota korelačního koeficientu vyjadřuje nepřímou úměru závislosti porovnávaných znaků (Zvára, 2004).

##### 4.3.8.1 Vyhodnocení korelací měřených parametrů u souboru hokejistů (18 – 26,99 let)

Z výsledků korelační tabulky souboru hokejistů (viz. graf příl. 9.1.1) můžeme zjistit několik významných závislostí, které souvisí s držením těla, ale můžeme také pozorovat závislosti zcela logické, které spolu zákonitě souviset musí. Mimo tyto znaky se zde vyskytují takové, které spolu zdánlivě nesouvisí.

Test normality prokázal na 1% hladině významnosti odchylku od normálního rozdělení u parametrů tloušťky kožní řasy nad bicipsem (graf 9.2.1.13 přílohy) a Adamsova úhlu v hrudní oblasti (graf 9.3.1.8) Tyto dva parametry byly ještě jednou testovány s ostatními šetřenými parametry pomocí Spearmanova testu. Výsledky signifikantně závislých parametrů ukazuje tabulka 9.1.2 přílohy.

##### **Vyhodnocení korelací souboru hokejistů a Spearmanova korelačního testu:**

- bicristální šířka a bispinální šířka spolu souvisí, oba rozměry jsou přímo úměrně podmíněny velikostí pánve.
- kožní řasa suprailiackální a tělesná váha spolu souvisí, oba parametry jsou na sobě přímo úměrně závislé.
- transverzální průměr hrudníku a sagitální průměr hrudníku spolu souvisí, oba rozměry jsou přímo úměrně závislé na velikosti hrudníku.

- transversální průměr hrudníku a obvod hrudníku spolu souvisí, oba rozměry jsou na sobě přímo úměrně závislé
- torakální index a sagitální průměr hrudníku spolu souvisí, znaky jsou na sobě přímo úměrně závislé
- hodnoty tloušťky kožních řas spolu souvisí, jsou přímo závislé na celkovém tělesném složení
- kožní řasa subskapulární a obvod hrudníku spolu souvisí – větší tloušťka této kožní řasy ovlivní měření obvodu hrudníku dosažením vyšší hodnoty obvodu hrudníku

Při **hodnocení držení těla** jsem se zaměřil na závislosti mezi znaky bilaterálně měřenými, které by mohly souviset s lateralitou a stranovým zatěžováním. Dospěl jsem k těmto zjištěním:

- rozdíl výšky bodů iliocristale od země koreluje na 1% hladině významnosti s rozdílem výšky bodů iliospinale od země. Tyto body spolu úzce souvisí díky jejich poloze na pánvi. Zajímavější je přímo úměrná závislost těchto bodů na délce dolní končetiny. Znamená to tedy, že např. delší levá končetina způsobí vyvýšení levého bodu iliocristale a iliospinale.

- hodnota Adamsova úhlu v hrudní oblasti páteře nepřímo úměrně koreluje s hodnotou sagitálního průměru hrudníku a hodnotou torakálního indexu. Tento poznatek potvrzuje jedno z diagnostických kritérií skoliózy, označované jako dorsum planum (větší zakřivení vede ke zploštění hrudníku, tedy i ke zmenšení sagitálního průměru hrudníku a zmenšení hodnoty torakálního indexu).

#### 4.3.8.2 Vyhodnocení korelací měřených parametrů u kontrolního souboru (18 – 26,99 let)

Stejně jakou u souboru hokejistů, můžeme u kontrolního souboru pozorovat závislosti znaků, které spolu logicky souvisí, nebo zdánlivě nemají nic společného. Významnou pozornost si zaslouží znaky, které souvisí s držením těla. Odchytky od normálního rozložení byly zaznamenány u těchto parametrů: kožní řasa nad bicipsem, kožní řasa subskapulární, rozdíl výšky is-z, rozdíl výšky isp-z, rozdíl délek dolních

končetin, Adamsův úhel v th a lb oblasti zad. Tyto znaky byly testovány s ostatním parametry pomocí Spearmanova testu. Výsledky korelačních koeficientů uvádí tab. přílohy 9.1.3 a výsledky Spearmanova testu tabulka 9.1.4 přílohy.

U hodnocení kontrolního souboru se zaměřím na znaky, které souvisí s držením těla:

- délka dolní končetiny přímo úměrně ovlivňuje výšku bodu iliospinale od země.
- hodnota Adamsova úhlu v hrudní oblasti zad nepřímo úměrně koreluje s lateralitou. Znamená to tedy, že leváci mají pravý paravertebrální val výše než levý a praváci naopak výše levý paravertebrální val ( v případě kontrolního souboru).
- v případě kontrolního souboru lateralita ovlivňuje držení hokejky (pravák drží hokejku pravou rukou nahoře).

#### 4.4 Vyhodnocení dosahu (test hlubokého předklonu)

Tab.4.4.1 Vyhodnocení testu hlubokého předklonu souboru hokejistů a kontrolního souboru (18 – 26,99 let):

t-test hlubokého předklonu souboru hokejistů a kontrolního souboru (18 - 26,99 let)								
	průměr	SD	N	Std.Error	Reference	t-value	p	významnost
hokejisté	7,0667	9,0246	30	1,64766	0,00	4,28891	0,00018	***
kontrola	-3,6633	11,8600	30	2,16532	0,00	-1,69182	0,10140	

Tab. 4.4.2 **Hloubka předklonu (výkon v cm):** kladné znaménko znamená nedosažení úrovně podložky, záporné znaménko dosažení pod úroveň podložky

výkonnost	Věk				
	15 – 17,99	18 – 29,99	30 – 39,99	40 – 49,99	50 - 60
<b>slabá</b>	> 0	> 3	> 4	> 5	> 7
<b>snížená</b>	-1 - -3	2 - 0	3 - 1	5 - 2	6 - 4
<b>průměrná</b>	-4 - -8	-1 - -6	0 - -5	1 - -3	3 - 0
<b>dobrá</b>	-9 - -13	-7 - -12	-6 - -10	-4 - -7	-1 - -5
<b>výborná</b>	-14 >	-13 >	-11 >	-8 >	-6 >

**Zdroj:** Teplý, 1995

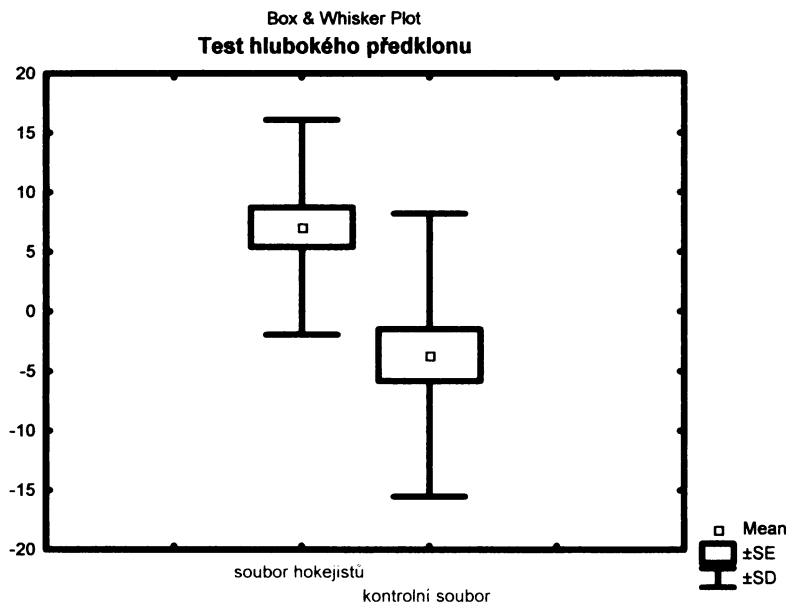
**Průměrná hodnota dosažené vzdálenosti 7,07 cm** testu hlubokého předklonu souboru hokejistů spadá podle tabulky 4.4.2 do kategorie slabé výkonnosti. Podle Jandy

(2004) je tato hodnota také podprůměrná, protože nebylo dosaženo špičkami prstů úrovně podložky.

**Průměrná hodnota dosažené vzdálenosti -3,66 cm** testu hlubokého předklonu kontrolního souboru spadá podle tabulky 4.4.2 do kategorie průměrné výkonnosti. Podle Jandy je vyhodnocení obdobné s tím rozdílem, že za průměr považuje dosažení úrovně podložky. Nadprůměrná hodnota by odpovídala úrovni dosahu rovnající se velikosti dlaně probanda. V našem případě se hodnota průměru dosahu kontrolního souboru neblíží velikosti dlaně.

Porovnání hodnot průměrů dosahu v hlubokém předklonu souboru hokejistů a kontrolního souboru přináší zjištění, že se oba soubory **signifikantně liší**. Jednovýběrový t-test potvrdil rozdíl mezi oběma soubory na **0,1% hladině významnosti**.

Graf. 4.4.1 Srovnání průměru, SD a SE hloubky předklonu souboru hokejistů a kontrolního souboru (18 – 26,99 let):



Podle grafu 4.4.1 můžeme pozorovat, že se soubor hokejistů a kontrolní soubor liší rozpětím SD a hodnotou průměru dosažené vzdálenosti od podložky v hlubokém předklonu. Odlišnost SE obou mezi oběma soubory je minimální. Jelikož se soubor hokejistů a kontrolní soubor liší rozpětím SD, použil jsem pro kontrolu neparametrický Mann-Whitney U test.



Tab. 4.4.3 Srovnání hloubky předklonu souboru hokejistů a kontrolního souboru (18 – 26,99 let) – neparametrický Mann-Whitney U test:

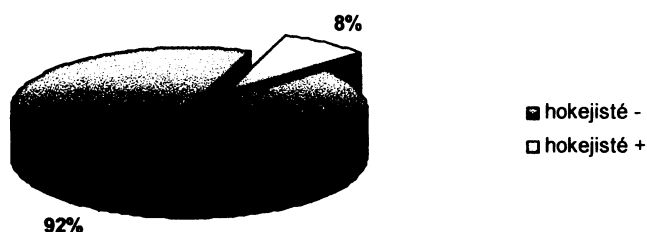
Srovnání dosahu hokejistů a kontrolního souboru (18 - 26,99 let) - Mann-Whitney U test										
	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	2*1sided	významnost
dosah	1142,50	687,50	222,50	3,36	0,0008	3,3651	0,0008	30,00	0,00058	***

Z tabulky 4.4.3 je patrný významný rozdíl úrovně dosažené vzdálenosti testu hlubokého předklonu mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem na 0,1% hladině významnosti, stejně jako při testování parametrickým jednovýběrovým t-testem. Signifikantní rozdíl mezi oběma soubory je tedy potvrzený i tímto testem.

Grafy 4.4.2 a 4.4.3 vyjadřují podíl probandů se zápornou hodnotou dosahu (nedosáhne úrovně podložky) a kladnou hodnotou dosahu (překoná v hlubokém předklonu úroveň podložky) souboru hokejistů (graf č. 4.4.2) a kontrolního souboru (graf č. 4.4.3):

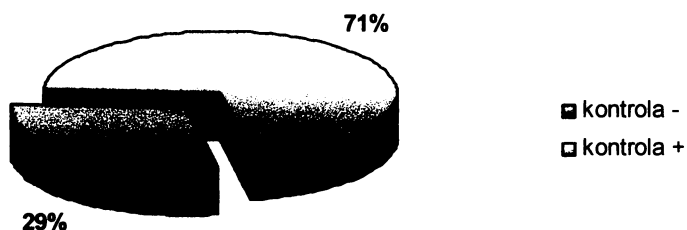
Graf 4.4.2 **Hluboký předklon** - procentuální zastoupení hokejistů s kladným dosahem (dosahují úrovně podložky, značeno hokejisté +) a záporným dosahem (nedosahují pod úroveň podložky, značeno hokejisté -):

Podíl kladných a záporných hodnot dosahu hokejistů (22 - 26,99 let)



Graf 4.4.3 **Hluboký předklon** - procentuální zastoupení kontrolního souboru s kladným dosahem (dosahují úrovně podložky, značeno kontrola +) a záporným dosahem (nedosahují pod úroveň podložky, značeno kontrola -):

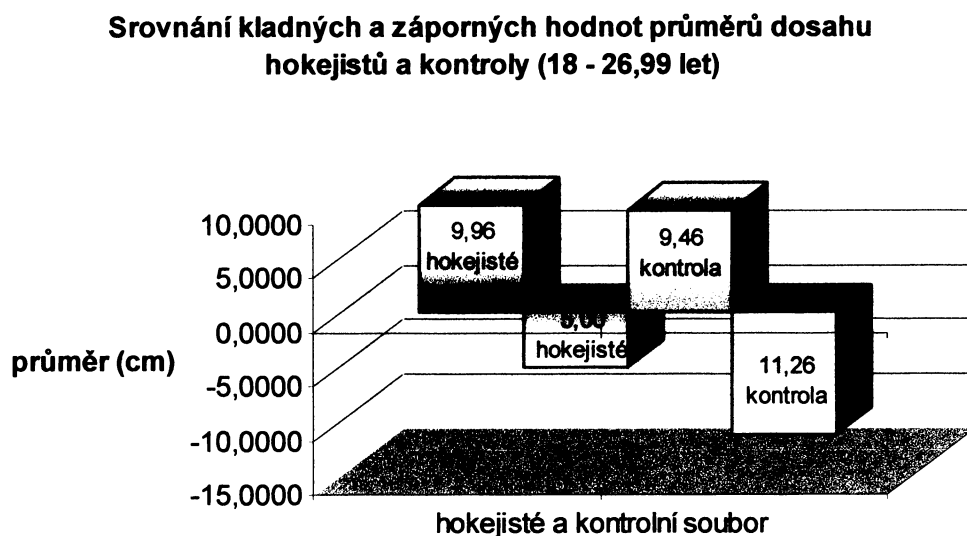
**Podíl kladných a záporných hodnot dosahu kontroly (22 - 26,99 let)**



Z grafů 4.4.2 a 4.4.3 je patrný signifikantní rozdíl úrovní dosahu souboru hokejistů a kontrolního souboru. Zajímavé je zjištění, že 63% probandů kontrolního souboru překonalo úroveň podložky. Hokejisté naopak v úrovni dosahu zaostávají, úroveň podložky překonalo pouze 17 %.

Graf 4.4.4 srovnává průměrnou kladnou a průměrnou zápornou hodnotu dosahu souboru hokejistů a kontrolního souboru. Průměr hokejistů a kontrolního souboru, který nedosáhl úrovně podložky, se pohybuje na přibližně shodných hodnotách. U souboru hokejistů, který **nedosahuje úrovně podložky**, je průměrná vzdálenost dosahu 9,96 cm od podložky výše, u kontrolního souboru je průměrná vzdálenost dosahu 9,46 cm od podložky. Průměr hokejistů a kontrolního souboru, který naopak **dosahuje pod úroveň podložky**, se výrazně liší. U hokejistů je hodnota průměru dosahu pod úroveň podložky na hodnotě 5 cm, u kontrolního souboru 11,26 cm.

Graf 4.4.4 Srovnání průměrů dosahu souboru hokejistů a kontrolního souboru (18 – 26,99 let):



#### 4.5 Vyhodnocení podílu tukové frakce a hodnocení optimální hmotnosti

Stručné statistické charakteristiky BMI a výsledků součtů kožních řas jsou uvedeny v následujících tabulkách:

Tab. 4.5.1 Základní statistická charakteristika hodnot: BMI, součtu 4 kožních řas a součtu 3 kožních řas souboru hokejistů:

Charakteristiky BMI a součtu 3 a 4 kožních řas souboru hokejistů						
	n	průměr	Minimum	Maximum	SD	SE
<b>BMI</b>	30	24,35	15,35	30,22	3,55	0,65
<b>sučet 4 kož.řas</b>	30	41,58	20,50	77,00	15,40	2,81
<b>sučet 3 kož.řas</b>	30	36,28	17,50	69,00	13,62	2,49

V příloze jsou dále uvedeny histogramy normality sledovaných hodnot (BMI, součet 4 kožních řas, součet 3 kožních řas) souboru hokejistů, které nejeví významné odchylky od normálního rozdělení (kapitola 9.4.1 přílohy).

Tab. 4.5.2 Základní statistická charakteristika hodnot: BMI, součtu 4 kožních řas a součtu 3 kožních řas kontrolního souboru:

Charakteristiky BMI a součtu 3 a 4 kožních řas kontrolního souboru						
	n	průměr	Minimum	Maximum	SD	SE
BMI	30	23,96	18,16	29,07	3,08	0,56
součet 4 kož.řas	30	42,32	18,00	81,00	16,60	3,03
součet 3 kož.řas	30	36,03	14,00	73,00	14,60	2,67

V příloze jsou dále uvedeny histogramy normality sledovaných hodnot (BMI, součet 4 kožních řas, součet 3 kožních řas) kontrolního souboru, které také nejeví významné odchylky od normálního rozdělení (kapitola 9.4.2 přílohy)

Podle tab. 4.5.3 můžeme zjistit, že porovnání průměrných hodnot BMI, součtu 4 kožních řas a součtu 3 kožních řas mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem nepřináší žádné významné rozdíly mezi oběma soubory. K testování obou souborů byl použit pouze parametrický test, protože oba soubory vykazují normální rozložení a jejich rozpětí SD je téměř shodné (viz. výsledky Levenova testu – p-Levene).

Tab. 4.5.3 Srovnání BMI, součtu tloušťky 4 kožních řas (podle Durnina a Womersleyho 1974) a součtu 3 kožních řas (podle Chytráckové, 1999) souboru hokejistů a kontrolního souboru:

Srovnání BMI, součtu 4 a součtu 3 kožních řas souboru hokejistů a kontrolního souboru										
	průměr hokejisté	průměr kontrol.s.	t-value	p	SD hokejisté	SD kontrol.s.	F-ratio	p variances	Levene <i>F(1,df)</i>	p - Levene
BMI	24,347	23,964	0,446	0,657	3,55	3,08	1,33	0,45	0,45	0,51
součet 4 kož. řas	41,583	42,317	-0,177	0,860	15,40	16,60	1,16	0,69	0,07	0,79
součet 3 kož. řas	36,283	36,033	0,069	0,946	13,62	14,60	1,15	0,71	0,06	0,81

Tab. 4.5.4 Výpočet procenta tuku ze čtyř kožních řas podle Durnina a Womersleyho 1974 (biceps, triceps, nad spinou a pod lopatkou):

Součet čtyř kožních řas (mm)	Muži (věková kategorie)				Ženy (věková kategorie)			
	17-29	30-39	40-49	50+	17-29	30-39	40-49	50+
15	4,8				10,5	-		
20	8,1	12,2	12,2	12,6	14,1	17,0	19,8	21,4
25	10,5	14,2	15,0	15,6	16,8	19,4	22,2	24,0
30	12,9	16,2	17,7	18,6	19,5	21,8	24,5	26,6
35	14,7	17,7	19,6	20,8	21,5	23,7	26,4	28,5
40	16,4	19,2	21,4	22,9	23,4	25,5	28,2	30,3
45	17,7	20,4	23,0	24,7	25,0	26,9	29,6	31,9
50	19,0	21,5	24,6	26,5	26,5	28,2	31,0	33,4
55	20,1	22,5	25,9	27,9	27,8	29,4	32,1	34,6
60	21,2	23,5	27,1	29,2	29,1	30,6	33,2	35,7
65	22,2	24,3	28,2	30,4	30,2	31,6	34,1	36,7
70	23,1	25,1	29,3	31,6	31,2	32,5	35,0	37,7
75	24,0	25,9	30,3	32,7	32,2	33,4	35,9	38,7
80	24,8	26,6	31,2	33,8	33,1	34,3	36,7	39,6
85	25,5	27,2	32,1	34,8	34,0	35,1	37,5	40,4
90	26,2	27,8	34,0	35,8	34,8	35,8	38,3	41,2
95	26,9	28,4	33,7	36,6	35,6	36,5	39,0	41,9
100	27,6	29,0	34,4	37,4	36,4	37,2	39,7	42,6
105	28,2	29,6	35,1	38,2	37,1	37,9	40,4	43,3
110	28,8	30,1	35,8	39,0	37,8	38,6	41,0	43,9
115	29,4	30,6	36,4	39,7	38,4	39,1	41,5	44,5
120	30,0	31,1	37,0	40,4	39,0	39,6	42,0	45,1
125	30,5	31,5	37,6	41,1	39,6	40,1	42,5	45,7
130	31,0	31,9	38,2	41,8	40,2	40,6	43,0	46,2
135	31,5	32,3	38,7	42,4	40,8	41,1	43,5	46,7
140	32,0	32,7	39,2	43,0	41,3	41,6	44,0	47,2
145	32,5	33,1	39,7	43,6	41,8	42,1	44,5	47,7
150	32,9	33,5	40,2	44,1	42,3	42,6	45,0	48,2
155	33,3	33,9	40,7	44,6	42,8	43,1	45,4	48,7
160	33,7	34,3	41,2	45,1	43,3	43,6	45,8	49,2
165	34,1	34,6	41,6	45,6	43,7	44,0	46,2	49,6
170	34,5	34,8	42,0	46,1	44,1	44,4	46,6	50,0
175	34,9					44,8	47,0	50,4
180	35,3					45,2	47,4	50,8
185	35,6					45,6	47,8	51,2
190	35,9					45,9	48,2	51,6
195						46,2	48,5	52,0
200						46,5	48,8	52,4
205							49,1	52,7
210							49,4	53,0

Zdroj: Chytráčková, 1999

Tab. 4.5.5 Doporučené hodnoty procenta tuku pro výpočet % tuku ze součtu čtyř kožních řas podle Durnina a Womersleyho 1977:

	věk do 40 let	věk nad 40 let
ženy	17 – 24%	25 – 30%
muži	14 – 19%	20 – 25%

Zdroj: Chytráčková, 1999

U souboru hokejistů a kontrolního souboru byly vypočítány průměrné hodnoty součtu tloušťky kožních řas a věkový průměr a zařazeny podle tabulky 4.5.4 do příslušných kategorií procentuálního zastoupení tuku:

Tab. 4.5.6 Průměrné hodnoty součtu 4 kožních řas (biceps, triceps, nad spinou, pod lopatkou - mm) a průměrné % zastoupení tuku u souboru hokejistů a kontrolního souboru podle součtu 4 kožních řas:

průměrný věk hokejisté: 20,9	průměr	
	soubor hokejistů	kontrolní soubor
průměrný věk kontrola: 21,8		
součet 4 kožních řas (mm)	41,6	42,3
% tuku podle součtu 4 kož. řas	16,4 – 17,7 %	16,4 – 17,7 %

Z tabulky 4.5.6 je patrné, že se soubor hokejistů a kontrolní soubor v množství podkožního tuku podstatně neliší. Procentuální zastoupení tuku u obou souborů je podle součtu 4 kožních řas průměrné, pohybuje se v rozmezí 16,4 – 17,7 jak u souboru hokejistů, tak u kontrolního souboru.

Tab. 4.5.7 Pětistupňová norma součtu **tří kožních řas – muži** (triceps, nad spinou, pod lopatkou):

Věk	Množství podkožního tuku (mm)				
	1 Velmi nízké	2 Podprůměrné	3 Průměrné	4 Nadprůměrné	5 Velmi vysoké
7	-9,0	9,1-13,0	13,1-21,0	21,1-35,0	34,1-
8	9,0	9,1-13,5	13,6-24,0	24,1-34,5	36,6-
9	-13,0	13,1-16,0	16,1-26,0	26,1-39,5	39,6
10	13,0	13,1-17,5	17,6-29,0	29,1-48,0	48,1
11	-13,5	13,6-17,5	17,6-28,0	28,1-52,0	52,1
12	14,5	14,6-18,0	18,1-31,5	31,6-53,0	53,1
13	16,0	16,1-19,5	19,6-33,5	33,6-55,0	55,1
14	13,0	13,1-16,5	16,6-29,5	29,6-50,0	50,1
15	16,0	16,1-19,5	19,6-35,5	35,6-54,0	54,1-
16	17,0	17,1-21,5	21,6-37,0	37,1-46,0	56,1-
17	-17,0	17,1-21,5	21,6-38,5	38,6-55,0	55,1-
18-19	-17,0	17,1-22,0	22,1-38,5	38,6-56,0	56,1
20-21	-17,5	17,6-23,0	23,1-39,0	39,1-57,0	57,1-
22-24	-18,0	18,1-24,0	24,1-41,0	41,1-58,0	58,1-
25-29	-19,0	19,1-25,0	25,1-42,5	42,6-59,0	59,1-
30-39	-21,0	21,1-26,0	26,1-45,0	45,1-61,0	61,1-
40-49	-23,5	23,6-27,0	27,1-47,0	47,1-62,0	62,1-
50-60	-23,5	23,6-27,0	27,1-46,0	46,1-63,0	63,1-

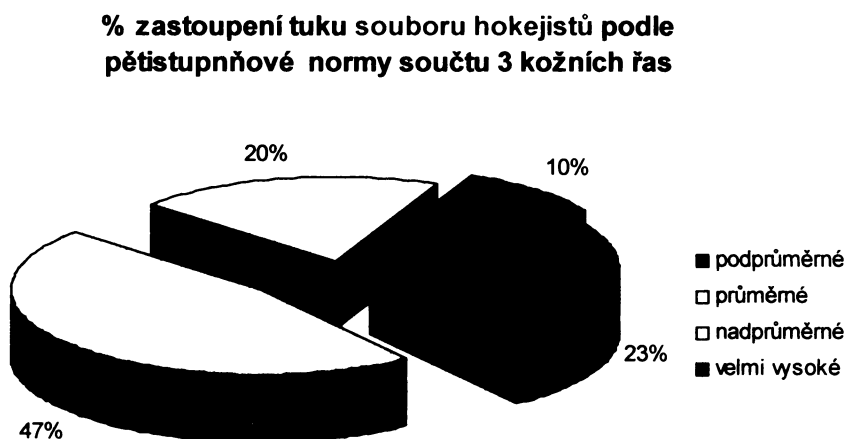
Zdroj: Chytráčková, 1999

**Tab. 4.5.8 Průměrné hodnoty součtu 3 kožních řas (triceps, nad spinou, pod lopatkou - mm) a průměrné % zastoupení tuku u souboru hokejistů a kontrolního souboru podle součtu 3 kožních řas:**

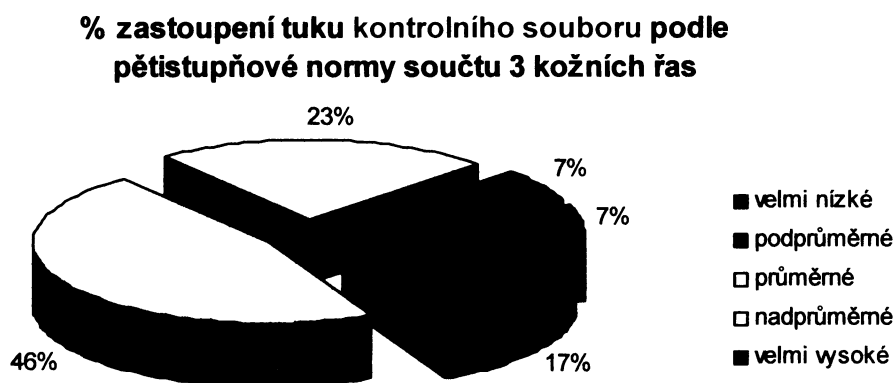
průměrný věk hokejisté: 20,9	průměr	
	soubor hokejistů	kontrolní soubor
průměrný věk kontrola: 21,8		
součet 3 kožních řas (mm)	36,3	36,0
% tuku podle součtu 3 kož. řas	23,1 – 39,0 %	23,1 – 39,0%

Z tab. 4.5.8 je patrné, že se soubor hokejistů a kontrolní soubor podle součtu 3 kožních řas mezi sebou neliší, oba soubory opět spadají do kategorie průměrného množství podkožního tuku.

**Graf. 4.5.1 Soubor hokejistů – % zastoupení probandů s podprůměrným, průměrným, nadprůměrným a velmi vysokým podílem tuku podle pětistupňové normy součtu 3 kožních řas (triceps, nad spinou, pod lopatkou):**



Graf. 4.5.2 Kontrolní soubor – % zastoupení probandů s velmi nízkým, podprůměrným, průměrných, nadprůměrným a velmi vysokým podílem tuku podle pětistupňové normy součtu 3 kožních řas (triceps, nad spinou, pod lopatkou):



#### 4.6 Vyhodnocení optimální tělesné hmotnosti

Ze zjištěných dat tělesné váhy a výšky byl vypočítán index BMI souboru hokejistů a kontrolního souboru:

- průměrný BMI souboru hokejistů (n=30): 24,35

- průměrný BMI kontrolního souboru (n=30): 23,96

**Hodnoty BMI obou souborů byly hodnoceny podle různých zdrojů, které jsou uvedeny v kapitole 1.8.4 hodnocení optimální tělesné hmotnosti.**



**Bylo dosaženo těchto závěrů:**

**Podle tabulky 1.8.4.1 kategorie BMI dle WHO je průměr hodnoty BMI souboru hokejistů v normě, kdy se pohybuje poblíž horní hranice kategorie normálu. Hodnota průměru BMI kontrolního souboru je také na horní hranici normálu.**

**Vyhodnocení optimální hmotnosti souboru hokejistů a kontrolního souboru podle Riegerové (1981):**

Pro hodnocení optimální hmotnosti obou souborů dle Riegerové (1981) byly použity vzorce uvedené v obr. 1.8.4.2. Výsledky jsou následující:

Tab. 4.6.1

Hodnocení optimální hmotnosti souboru hokejistů a kontrol. s. podle Riegerové (1981)

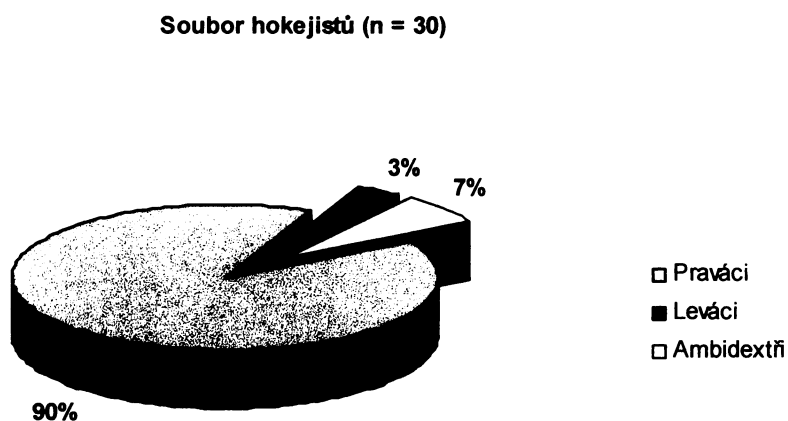
	soubor hokejistů	kontrolní soubor
rovnice I. (šířka ramen)	kategorie silný (z = 5,73)	kategorie silný (z = 5,50)
rovnice II. (výška vsedě)	kategorie silný (z = 7,26)	kategorie silný (z = 6,05)

Z tabulky 4.6.1 je patrné, že se soubor hokejistů a kontrolní soubor navzájem neliší v kategorizaci optimální hmotnosti, vypočítané na základě regresních rovnic. Oba soubory byly zařazeny do kategorie IV. – silný. Znamená to tedy, že jejich aktuální hmotnost je vyšší, než hmotnost optimální.

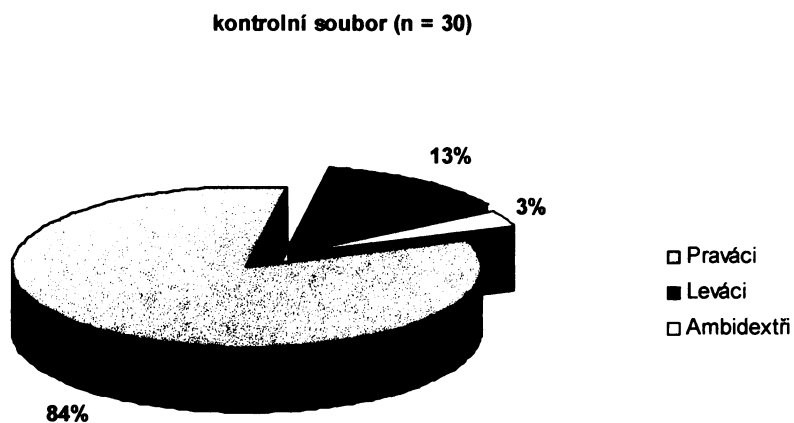
#### 4.7 Vyhodnocení laterality u souboru hokejistů a kontrolního souboru

Výsledky hodnocení laterality jsou zobrazeny v následujících grafech 4.7.1 a 4.7.2. Jsou zde zobrazeny podíly praváků, leváků a ambidextrů.

Graf 4.7.1 Podíl praváků, leváků a ambidextrů souboru hokejistů (18 – 26,99 let)

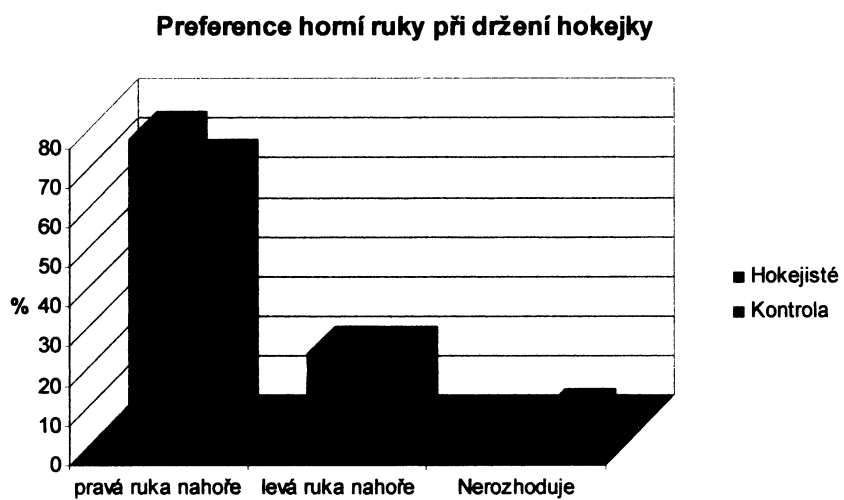


Graf 4.7.2 Podíl praváků, leváků a ambidextrů kontrolního souboru (18 – 26,99 let)



K lateralitě se také vztahuje preference držení hokejky. Hodnocena byla preference pravé ruky nahoře při držení hokejky. Podíly probandů, kteří upřednostňují pravou nebo levou ruku při tomto držení ukazují následující graf:

Graf 4.7.3



## 5 Diskuze

### 5.1 Srovnání souboru hokejistů a kontrolního souboru s normativním souborem cvičenců Československé spartakiády 1985

Při porovnání souboru hokejistů a kontrolního souboru s normativním souborem z roku 1985 bylo zjištěno mnoho rozdílů u většiny antropometrických charakteristik. Hodnoceny byly tyto znaky: tělesná výška, tělesná váha, délka horního segmentu těla, délka přední stěny trupu, biakromiální šířka, bicristální šířka, bispinální šířka, transversální průměr hrudníku, sagitální průměr hrudníku, torakální index, obvod hrudníku, kožní řasa nad bicipsem, kožní řasa nad tricipsem, kožní řasa suprailiakální, kožní řasa subskapulární, vzdálenost bodu symphision od země.

U souboru hokejistů byl zaznamenán rozdíl u 11 znaků z celkových 16. U kontrolního souboru se lišilo znaků 6.

Signifikantně vyšších hodnot dosahují znaky měřených kožních řas, kromě kožní řasy nad tricipsem souboru hokejistů a kontrolního souboru. Vyšší množství tuku může být důsledkem rostoucího podílu obézních jedinců, který popisuje Bláha (2005) v 6. celostátním antropologickém výzkumu dětí a mládeže 2001, nebo by mohl být důsledkem změny rozložení tuku, která se projevuje vyšším ukládáním tuku v oblasti pasu a zad. Hodnocení tělesné hmotnosti prokázalo zvýšení tohoto parametru pouze u souboru hokejistů, ale pouze na 5% hladině významnosti.

Další významný rozdíl v posunu nad průměr proti normativnímu souboru byl zaznamenán u znaků bispinální šířky a transversálního průměru hrudníku. Soubor hokejistů i kontrolní soubor vykazuje signifikantně vyšší průměr těchto znaků.

Zajímavé je také zjištění, že oba soubory vykazují zkrácení přední délky trupu. U kontrolního souboru na 1% hladině významnosti, u souboru hokejistů na 5% hladině významnosti.

Při testování rozdílů mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem nebyly zjištěny významné diference. Pouze hodnota biakromiální šířky je u hokejistů vyšší na 5% hladině významnosti.

Z výše uvedených poznatků lze usoudit, že u souboru hokejistů i kontrolního souboru nedošlo k výraznému nárůstu hmotnosti proti normativnímu souboru z roku

1985. Nebyl zjištěn ani signifikantní nárůst tělesné výšky proti normativnímu souboru. Dále můžeme pozorovat, že u souboru hokejistů i u kontrolního souboru došlo k signifikantnímu zvýšení hodnoty transversálního průměru hrudníku. Sagitální průměr a obvod hrudníku však nebyl tímto parametrem významně ovlivněn.

U souboru hokejistů a částečně i u kontrolního souboru můžeme pozorovat, že hodnoty bicristální a bispinální šířky ukazují na zvýšení šířky pánve.

Nejvíce změn můžeme zaznamenat u frakcionace tuku u obou souborů. Jak hokejisté, tak kontrolní soubor vykazují signifikantně vyšší míru ukládání tuku v oblasti boků.

## **5.2 Vyhodnocení bilaterálně měřených rozměrů, měření Adamsova úhlu, stoje na 2 vahách a laterality v souvislosti s hraním ledního hokeje a jeho vlivu na držení těla, vyhodnocení výskytu skoliózy u souboru hokejistů a kontrolního souboru**

Při hodnocení bilaterálně měřených parametrů byly zjištěny následující poznatky. Větší změny proti normálu byly zaznamenány kupodivu u souboru kontrolního. Proti souboru hokejistů vykazuje větší rozdíly ve výšce levé a pravé strany u parametrů: výška bodu a-z, výška bodu ai – z, Adamsův úhel – lb. Znamená to tedy, že kontrolní soubor vykazuje horší postavení ramen a lopatek, které se může promítat do zhoršení lumbální křivky. Podle korelačního koeficientu nejeví znaky související s postavením ramen s hodnotou Adamsova úhlu signifikantní závislost.

U souboru hokejistů můžeme pozorovat, že na 5% hladině významnosti je proti normálu vyšší rozdíl výšky levého a pravého bodu iliospinale anteriorus, který souvisí s rozdílem délky dolních končetin, který je také na 5% hladině významný.

Srovnáme-li bilaterálně měřené parametry souboru hokejistů s kontrolním souborem, zjistíme, že kontrolní soubor vykazuje větší míru zhoršeného postavení ramen proti souboru hokejistů (na 5% hladině významnosti).

Zajímavější výsledky přináší hodnocení souvislostí bilaterálně měřených znaků.

U souboru hokejistů je patrné, že znaky měřené na levé straně těla jsou výše, než na pravé straně. Korelační analýza nepotvrdila na 1% hladině významnosti ale žádnou souvislost s lateralitou. Výsledky Adamsova testu vykazují u 73% probandů prominenci pravého paravertebrálního valu v hrudní oblasti zad a prominenci levého paravertebrálního valu v lumbální oblasti zad. Toto zakřivení se také promítá do hodnoty torakálního indexu a sagitálního průměru hrudníku. Z korelační analýzy byla zjištěna nepřímá úměra v závislosti Adamsova úhlu v hrudní oblasti zad s těmito parametry, což potvrzují i odborné studie.

Jelikož 90% probandů jsou praváci, kteří upřednostňují držení hokejky s pravou rukou nahoře, jsou tedy při hře sklonění levou částí těla k zemi. Tato pozice by podle mého názoru mohla vést k prominenci pravého paravertebrálního valu v hrudní oblasti a její kompenzaci na opačnou stranu v lumbální oblasti zad. Tomu by odpovídalo i zatížení levé nohy, které se vyskytuje u 70% probandů souboru hokejistů. Zajímavé je také hodnocení vyváženost stoje. Hranici nevyváženého stoje (zátěž levé nebo pravé

nohy větší než 10% celkové tělesné hmotnosti) byla překročena pouze u 7% probandů. Tato hodnota je ve srovnání s kontrolním souborem o 10% nižší. Znamená to tedy, že míra vyváženosti stoje je u souboru hokejistů větší. Podle mého názoru je to důsledkem dlouhodobé jízdy na bruslích, která vyžaduje velkou míru rovnováhy a stability stoje.

Hodnocení souvislostí bilaterálně měřených parametrů u kontrolního souboru přináší následující zjištění. Postavení ramen kontrolního souboru je vyšší na levé straně. Je to stejný trend, jako u souboru hokejistů s tím rozdílem, že kontrolní soubor vykazuje vyšší odchylku mezi výškou levé a pravé strany ramen. Dále je zde patrný rozdíl v postavení pánve, kdy je její pravá strana v průměru výše, než levá. V tomto parametru se kontrolní soubor od souboru hokejistů liší.

Další rozdíl můžeme pozorovat ve výsledku měření Adamsova úhlu. V hrudní oblasti zad je podíl probandů s pravostrannou a levostrannou prominencí vyrovnáný, zatímco v lumbální oblasti zad převládá levostranná prominence. U souboru hokejistů je tedy větší podíl probandů s pravostrannou prominencí v hrudní oblasti zad.

Z hlediska vyváženosti stoje také převládá u kontrolního souboru zátěž na levé noze (u 60% probandů). Zajímavé je však zjištění, nevyvážený stoj se vyskytuje u 17% probandů.

Vyšetření Adamsova úhlu přineslo následující zjištění. U souboru hokejistů i kontroly byl výskyt skoliózy stejný, hranici 5° Adamsova úhlu překročilo shodně 17% probandů. Šetření tedy neprokázalo rozdíl ve výšce paravertebrálních valů mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem.

Vzhledem k výskytu skoliózy v populaci je její výskyt u souboru hokejistů i kontrolního souboru vyšší. Lomíček (1973) uvádí výskyt v populaci u 3 – 6%. Lonstein (1994) uvádí rozmezí bližší mému zjištění, 0,3 – 15,3%.

Zastoupení praváků a leváků u obou souborů se blíží údajům, které uvádí Synek (1991), tedy 10% zastoupení leváků, ale také Hájek (2001) – 80 – 85 % praváků. U souboru hokejistů je zajímavé, že 7% probandů byly vyhodnoceny jako ambidextrí, zatímco u souboru kontrolního je tento údaj přibližně poloviční, tedy 3% ambidextrů. Zajímavé je, že ač je u souboru hokejistů více ambidextrů, preferují více při držení hokejky jen jednu ruku, zatímco u kontrolního souboru je podíl probandů, kteří při držení hokejky levou nebo pravou ruku nepreferují, vyšší při menším podílu ambidextrů.

### **5.3 Vliv hraní ledního hokeje na rozdělení tukové frakce, hodnocení optimální hmotnosti**

Hodnocení tukové frakce nepotvrdilo žádný rozdíl rozložení tuku mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem. Oba soubory dopadly v hodnocení procentuálního zastoupení tukové frakce a hodnocení optimální hmotnosti stejně.

Podle součtu 4 kožních řas dle Durnina a Womersleyho (1977) spadá soubor hokejistů i kontrolní soubor do kategorie průměrného zastoupení tuku. Oba soubory dosahují 16,4 – 17,7% zastoupení tuku.

Při hodnocení součtu 3 kožních řas (Chytráčková, 1999) dojdeme ke stejnému závěru, že obě skupiny patří do normální kategorie. Rozdíl je však v procentuálním zastoupení tuku, které se pohybuje podle této metody v rozmezí 23,1 – 39%.

Scott (1991) uvádí podle své studie výsledky % zastoupení tukové frakce u profesionálních hokejistů na hodnotě 11%. Tomuto číslu u souboru hokejistů této diplomové práce nejvíce odpovídá hodnota součtu 4 kožních řas dle Durnina a Womersleyho (1977), která je ale přibližně o 6% vyšší. Výsledky % zastoupení tuku podle Chytráčkové (1999) u souboru hokejistů se jeví jako nadprůměrné.

Hodnocení optimální hmotnosti pomocí BMI a regresních rovnic ukazuje, že se soubor hokejistů a kontrolní soubor vzájemně neliší. Hodnoty BMI obou souborů se pohybují kolem hodnoty 24 BMI, což znamená, že oba soubory řadíme podle WHO do kategorie normální. Podle regresních rovnic (Riegerová, 1981), které berou v úvahu i tělesné rozměry, dojdeme k závěru, že oba soubory spadají do kategorie silné, vykazující vyšší zastoupení tukové frakce.

Jelikož jsem soubor hokejistů měřil zejména v období letní přípravy, mohou být výsledky % zastoupení tukové frakce odlišné od výsledků, které by byly získány měřením v plné sezoně.



## 5.4 Flexibilita hokejistů – vyhodnocení dosahu

Při hodnocení flexibility souboru hokejistů a kontrolního souboru jsem dospěl k těmto závěrům. Soubor hokejistů vykazuje signifikantní rozdíl ve výsledku testu hlubokého předklonu. Kontrolní soubor vykazuje u 71% probandů dosažení úrovně podložky, nebo dosažení pod její úroveň. U souboru hokejistů je podíl daleko nižší, pouhých 8%. V průměru je míra dosahu u kontrolního souboru také signifikantně odlišná, kdy kontrolní soubor v průměru dosáhl pod úroveň podložky o 11,3 cm, zatímco soubor hokejistů pouhých 5 cm.

Snížená míra flexibility u souboru hokejistů je často uváděna v literatuře. Tento trend byl potvrzen i v této práci. Snížená míra flexibility v hlubokém předklonu je způsobena svalovou disbalancí určitých svalových skupin. Pánková (2004) uvádí výsledky šetření svalové nerovnováhy u hráčů florbalu. Domnívám se, že vzhledem k téměř totožnému postavení těla hráčů florbalu a hokeje můžeme využít jejich zjištění. Autorka uvádí následující disbalance svalových skupin:

- zkrácené adduktory dolních končetin
- zkrácené flexory kyčelního kloubu
- zkrácené flexory kolenního kloubu
- zkrácený m. triceps surae
- zkrácená část vzpřimovače trupu
- oslabené břišní svaly
- zkrácené prsní svaly
- zkrácená část trapézového svalu
- zkrácené extensory šíje
- oslabené dolní fixátory lopatek

Podle Jandy (2004) dochází v populaci k častému zkrácení těchto svalových skupin:

- flexory kyčelního kloubu
- flexory kolenního kloubu (m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus)
- adduktory kyčelního kloubu
- m. piriformis
- m. quadratum lumborum

- paravertebrální zádové svaly
- m. pectoralis major
- m. trapezius v horní části
- m. levator scapulae
- m. sternocleidomastoideus

Z výše uvedeného plyne, že se u souboru hokejistů vyskytují často zkrácené svalové skupiny , typické také pro běžnou populaci. Podstatný rozdíl však vidíme v míře zkrácení, která je u souboru hokejistů signifikantní. Přesnější určení míry zkrácení svalových skupin celého těla by vyžadovalo komplexnější vyšetření probandů.

## 6. Závěr

Tato práce měla odhalit, jak se dlouhodobé hraní hokeje, trénink a soustavná hokejová příprava projevuje na držení těla hráčů, zda u nich podmiňuje skoliotické držení těla, dále jak ovlivňuje rozložení tukové frakce a míru flexibility v hlubokém předklonu. V diplomové práci byly získávány údaje základních antropometrických parametrů, bilaterálně měřených parametrů, hodnoty Adamsova úhlu v hrudní a bederní části zad, hodnoty testu dosahu v hlubokém předklonu, hodnoty testu stoje na dvou vahách, hodnoty tloušťky kožní řasy nad bicipsem, pod tricipsem, suprailiakální a subscapulární kožní řasy a hodnocena byla také lateralita u souboru hokejistů a kontrolního souboru mužů ve věku 18 – 26 let. Výše uvedené údaje byly získány měřením 30 probandů souboru hokejistů s průměrným věkem 20,9 let a 30 probandů kontrolního souboru s průměrným věkem 21,8 let. Data souboru hokejistů byla získána měřením hráčů pražských hokejových klubů, zejména druholigových, kteří se věnují hraní hokeje více než 10 let. Data kontrolního souboru byla získána měřením studentů posledního ročníku gymnázia Svatopluka Čecha v Praze 7 a měřením pražských vysokoškolských studentů. Dalším cílem bylo zjistit, jak se soubor hokejistů i kontrolní soubor liší od normativního souboru cvičenců Československé spartakiády z roku 1985.

Jelikož cíle práce byly vymezeny jako předpokládané hypotézy, bude dále uvedeno jejich potvrzení, či vyvrácení.

1. Hodnocení odlišnosti souboru hokejistů a kontrolního souboru této diplomové práce proti normativnímu souboru cvičenců Československé spartakiády 1985 pomocí normalizačních indexů částečně potvrdilo předpoklad, že se současná populace v některých antropometrických znacích od normativní populace z roku 1985 odlišuje. Signifikantní rozdíly byly zaznamenány u souboru hokejistů i kontrolního souboru téměř shodně. Celkově lze konstatovat, že u obou souborů byl zaznamenán nárůst tloušťky kožních řas (kromě kožní řasy nad bicipsem), nárůst šířky pánve a nárůst transversální šířky hrudníku. U kontrolního souboru bylo zjištěno na 1% hladině významnosti zkrácení délky přední stěny trupu.

Signifikantní změny tělesné výšky a váhy kontrolního souboru a souboru hokejistů této diplomové práce proti normativnímu souboru cvičenců z roku 1985 nebyly i přes výše uvedené změny parametrů zaznamenány.

2. Signifikantní rozdíly mezi základními antropometrickými hodnotami mezi souborem hokejistů a kontrolním souborem této diplomové práce nebyly potvrzeny.

3. Předpoklad vlivu dlouhodobého hraní hokeje na držení těla hráčů nebyl zcela potvrzen. U kontrolního souboru i souboru hokejistů bylo shodně zjištěno, že levé rameno je výše než pravé. U kontrolního souboru této diplomové práce byl rozdíl výšky levého a pravého ramene větší, než u souboru hokejistů. Na druhou stranu soubor hokejistů vykazuje vyšší míru prominence pravého paravertebrálního valu v hrudní oblasti zad, než soubor kontrolní. Toto zjištění může souviset s držáním hokejky (viz. následující bod) a herním postojem ve flexi.

4. Držení hokejky pravou rukou nahoře pravděpodobně způsobuje pravostrannou prominenci hrudního paravertebrálního valu. Držení hokejky je také závislé na lateralitě.

5. Soubor hokejistů se lišil v bilaterálně měřených znacích proti kontrolnímu souboru této diplomové práce v následujících znacích: kontrolní soubor vykazuje horší postavení ramen a rozdílné postavení pánve, kdy její levá část je níže než pravá. U souboru hokejistů je pravá část pánve naopak níže.

6. Měření Adamsova úhlu neprokázalo vliv hraní hokeje na míru výskytu skoliózy u souboru hokejistů. Kontrolní soubor i soubor hokejistů dosáhly stejného výsledku výskytu skoliózy, u 17% probandů obou souborů byla hodnota Adamsova úhlu větší než 5°. Z hlediska výskytu skoliózy v populaci bylo zjištěno, že se mnoho údajů o výskytu skolióz v populaci liší podle různých autorů. Zjištěná hodnota nejlépe odpovídá zjištění Lonsteina (1994), který udává četnost skolióz 0,3 – 15,3 % v populaci.

7. Vliv laterality byl prokázán pouze u držení hokejky, kdy byla právě pravá ruka preferována jako horní ruka, která hokejku drží.

8. Bylo potvrzeno, že vyváženost stoje se liší u souboru hokejistů a kontrolního souboru tak, že hokejisté mají stoj více vyvážený. Pravděpodobně je to způsobeno

8. Bylo potvrzeno, že vyváženost stoje se liší u souboru hokejistů a kontrolního souboru tak, že hokejisté mají stoj více vyvážený. Pravděpodobně je to způsobeno technikou bruslení, která vyžaduje vysoké nároky na balanci a rovnováhu, tedy i vyváženost stoje.

9. Bylo potvrzeno, že hraní hokeje ovlivňuje míru flexibility dosahu v hlubokém předklonu. Kontrolní soubor vykazuje signifikantně vyšší míru flexibility v dosahu, než soubor hokejistů. Zhoršená míra flexibility dosahu hokejistů je způsobena zkrácením svalových skupin dolních končetin a dolní části těla. Pro zachování flexibility jsou tedy nutná kompenzační cvičení.

10. Změny na tělesném složení hokejistů vlivem dlouhodobého hraní hokeje nebyly potvrzeny. Soubor hokejistů i kontrolní soubor této diplomové práce shodně dosahují průměrného procentuálního zastoupení tukové frakce podle měření tloušťky 3 a 4 kožních řas. Podle součtu 4 kožních řas dle Durnina a Womersleyho (1977) má soubor hokejistů i kontrolní soubor shodně 16,4 – 17,7% tuku, podle hodnocení součtu 3 kožních řas (Chytráčková, 1999) mají oba soubory shodně 23,1 – 39% tuku.

Soubor hokejistů této diplomové práce má ve srovnání s americkými hokejisty s 11% tuku (Scott, 1991) vyšší podíl tukové frakce podle součtu 4 kožních řas dle Durnina a Womersleyho 1997 a také podle součtu 3 kožních řas (Chytráčková, 1999).

11. Hodnocení optimální hmotnosti souboru hokejistů a kontrolního souboru této diplomové práce pomocí BMI a regresních rovnic se ve výsledku liší. Hodnocení optimální hmotnosti podle BMI a následné vyhodnocení tohoto indexu dle kategorizace WHO je proti hodnocení pomocí regresních rovnic mírnější o jednu kategorii. Zatímco podle BMI patřil soubor hokejistů i kontrolní soubor do kategorie **normální**, podle **regresních rovnic** dle Riegerové (1981) byl řazen do kategorie **silné**.

## 7. Seznam použitých zkratek

Antropometrické hodnoty:

rozdíl **a – z**: rozdíl výšky levého a pravého bodu akromiale od země

rozdíl **ic – z**: rozdíl výšky levého a pravého bodu iliocristale od země

rozdíl **is – z**: rozdíl výšky levého a pravého bodu iliospinale od země

rozdíl **ai – z**: rozdíl výšky levého a pravého bodu angulus inferior scapulae od země

rozdíl **isp – z**: rozdíl výšky levého a pravého bodu iliospinale posterius od země

**ai** – angulus inferior scapulae

**Adams-Th** – Adamsův úhel v hrudní části zad

**Adams-Lb** – Adamsův úhel v lumbální oblasti zad

**IS** – idiopatická skolióza

**WHO** – Světová zdravotnická organizace

## 8. Přehled literatury

Agre, J.C., Casal, D.C., Leon, A.S., McNally, C., Baxter, T.L., Serfass, R.C. Professional ice hockey players: physiologic, anthropometric, and musculoskeletal characteristics. *Arch Phys. Med. Rehabil.* 1988 Mar., vol. 69 (3Pt1), s. 188 - 92

Bláha, P., *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let (Československá spartakiáda 1985)*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985. 1986

Bláha P., Vignerová, J., Riedlová, J., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M., *6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2005

Bláha, P., *Vývoj tělesných parametrů českých dětí a mládeže se zaměřením na rozměry hlavy (0 – 16let)*. Praha: Státní zdravotní ústav, 1999

Cassar-Pullicio, R., v., Eisenstein, S., M. Imaging in Scoliosis: What, Why and How?, *Clinical radiology*. 2002, roč. 57, str. 543-562

Čihák, R., *Anatomie I*. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2001

Dvořák, R., Krainová, Z., Janura, M., Elfmark, M., Standardizace metodiky klinického vyšetření stoje na dvou vahách. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2000, roč. 7, č. 3, s. 102 - 105

Dvořák, R., Vařeka, I., Několik poznámek k názorům na držení těla, *Fyzioterapie*[online]. 2000, č. 3. URL: <<http://www.upol.cz/~varek/pt/F/F3/posture.html>>

Edgar, M., A New Classification of Adolescent Idiopathic Scoliosis, *The Lancet*, 2002, roč. 360, č. 9329, str. 270 – 271

Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., Titlbahchová, S. *Antropologie*. Praha: Academia, 1966

Hájek, J., *Antropomotorika*. Praha: UK – Ped. f., 2001

Hajniš, K., Brůžek, J., Blažek, V. *Růst českých a slovenských dětí*. Praha: Academia, 1989

Riegerová, J., Ulbrichová, M., *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: UP, 1998

Heyward, V. H., Wagner, D. R. *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004, s. 87 - 88

- Chytráčková, J., *Hodnocení tělesného tuku, Kaliper SK*. Praha: Studio kinantropometrie, 1999
- Janda, V. a kol., *Svalové funkční testy*. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o, 2004
- Jaroš, M., Lomíček, K., *Návrh zjednodušeného hodnocení postavy žáků. Tělesná výchova mládeže*, 1957, roč. 23, č. 5, s. 194 – 205
- Kovalčíková, J., *Dynamika chrtice a statika panvy žien počas fyziologickém gravidity*. Bratislava: Univerzita Komenského, 1990
- Kubát, R., *Ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí*. Praha: SPN, 1985
- Kubát, R., Mrzena, V., *Ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí pro posluchače FTVS – obor rehabilitace*. Praha: SPN, 1986
- Lochman, T.G., *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetice, 1992
- Lomíček, M., *Idiopatická skolióza*. Praha: Avicenum, 1973
- Martin, R., Saller, K., *Lehrbuch der Antropologie in systematischer Darstellung*. Stuttgart: G. Fischer Verlag, 1959
- Mastná, B., *Nadváha a obezita: proč a jak tloustneme – boj s obezitou*. Praha: Triton, 1999
- Michael, L., Richardson, M.D., *Scoliosis, Approaches To Differential Diagnosis In Muskuloskeletal Imaging* [online]. University of Washington, 2000. URL: <<http://www.rad.washington.edu/mskbook/scoliosis.html> >
- Montgomery, DL. Physiology of ice jockey, *Sports Med*. 1988 Feb., roč. 5, č. 2, s. 99 – 126, Review
- Novotná, H., Kohlíková, E., *Děti s diagnózou skolióza ve školní a mimoškolní tělesné výchově*. Praha: Olympia, a. s., 2000
- Pánková, M., *Svalová nerovnováha u hráčů floorbalu. .DP*, Praha: FTVS, 2004
- Pokorný, I., *Zdravotní tělesná výchova pro 1. stupeň ZŠ, 1. část – pracovní sešit*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Turkyň, 2000
- Ransil, B., Schachter, S.C., *Test-Retest Reliability of the Edinburgh Handedness Inventory and Global Handedness Preference Measurements, and their Correlation, Perceptual and Motor Skills*. 1994, roč. 79, s. 1355 - 1372
- Reilly, T., Borrie, A. Physiology applied do field hockey. *Sports Med*. 1992 Jul., roč. 14. č. 1, s. 10 – 26, Review
- Reilly, T., Seaton, A., *Physiological strain unique to field hockey, J. Sports Med. Phys. Fitness*. 1990 Juni, roč. 30, č. 2, s. 142 - 146



- Riegerová, J., Přidalová, M. Hodnocení vztahů mezi ukazateli tělesného složení, podílem a distribucí tuku. *Bulletin Slov. Antropol. Spol.*, 2001, č. 4, s. 148 - 154
- Riegerová, J., Ulbrichová, M., *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: UP, 1998
- Riegerová, J., Ulbrichová, M., *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: UP, 2006
- Riegerová, J., Možnosti hodnocení optimální hmotnosti vysokoškolské mládeže. *Acta Univ. Palacki. Olomouc. Fac. Rer. Nat.*, roč. 71, Biol. 21, 1981, s. 185 - 189
- Rozsypal, S. a kol., *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia, 2003
- Rychlíková, E., *Manuální medicína*. Praha: Maxdorf, 1997
- Rychlíková, E., *Skryto v páteři*. Praha: Avicenum, 1985
- Sport Fitness Advisor: Body composition section* [online]. Sport Fitness Advisor, c2001 – 2005. URL: <<http://sport-fitness-advisor.com/bodycomposition.html>>
- Scott, PA. Morphological characteristic of elite male field hockey players. *J. Sport Med. Phys. Fitness*. 1991 Mar., roč. 31, č. 1., s. 57 – 61, Review
- Synek, F., *Záhady levorukosti*. Praha: Horizont, 1991
- Šrámková, D., Šrajfer, J., Bláha, P. Vztah mezi koncentrací leptinu a antropometrickými parametry u obézních dětí. *Čs. antropologie*, 2000, č. 50, s. 40 – 44
- Šmahel, Z., *Principy, teorie a metody auxologie*. Praha: Karolinum, 2001
- Trilčová, J., *Ovlivnění držení těla jednostranným zatěžováním při sportovní činnosti (florbalu) a lateralitou*. DP, Praha: UK, 2005
- Trnavský, K., Kovařík, J., *Onemocnění kloubů a páteře v praxi*. Praha: Galén, 1997
- Vařeka, I., Skolióza ve fyzioterapeutické praxi. *Fyzioterapie* [online]. 2001, roč. 1, č. 1. URL: <<http://www.upol.cz/fyzioterapie>>
- Vlach, O., *Léčení deformit páteře*. Praha: Avicenum, 1986
- Zvára, K., *Biostatistika*. Praha: nakladatelství Karolinum, 2004

## **9 Přílohy**

9.1 Korelační tabulky souboru hokejistů a kontrolního souboru

9.2 Histogramy normality souboru hokejistů a kontrolního souboru

9.3 Histogramy normality bilaterálně měřených rozměrů souboru hokejistů a kontrolního souboru

9.4 Histogramy normality znaků BMI, součtu 4 kožních řas a součtu 3 kožních řas souboru hokejistů a kontrolního souboru

Tab.9.1.1

Korelační analýza antropometrických znaků a měřených hodnot u souboru hokejistů (18 - 26,99 let)																											
laterality	držení hokejky	tělesná výška	tělesná váha	délka tělesná	délka hor. segm. těla	délka před. stěny trupu	šifka	šifka	bicrist. šifka	bispin. šifka	transv. pr. hrudniku	sagittální pr. hrudniku	obvod hrudniku	torakální index	vzděl. sy - z	kož.řasa nad bic. nad bic.	kož.řasa nad tric. nad tric.	suprail. kož.řasa	kož.řasa subsek. kož.řasa	rozdíli e-z	rozdíli is-z	rozdíli ai-z	rozdíli isp-z	rozdíli dol.k.	Adams th	Adams Lb	vyváženost stoje
1,00	0,38	-0,16	0,25	0,33	0,28	0,08	-0,20	-0,40	0,18	0,20	0,44	0,11	0,08	0,20	0,12	0,05	0,14	0,04	0,03	0,14	-0,10	0,08	0,14	-0,13	-0,15	-0,45	
0,38	1,00	0,00	0,15	0,05	0,02	-0,04	-0,14	-0,12	-0,14	-0,10	0,28	-0,02	-0,03	0,34	0,01	0,25	0,25	-0,24	-0,05	0,01	-0,20	-0,36	0,01	0,01	-0,22	-0,25	
-0,16	0,00	1,00	0,26	0,11	0,01	0,19	0,20	0,16	-0,04	-0,42	-0,01	-0,52	0,04	-0,01	-0,19	-0,02	0,03	-0,26	-0,15	-0,19	0,18	-0,02	-0,19	0,09	0,09	-0,01	
0,25	0,15	0,26	1,00	0,37	-0,02	0,23	0,15	0,01	0,33	0,06	0,55	-0,19	0,17	0,13	0,20	0,50	0,34	-0,10	-0,04	0,18	-0,25	0,10	0,18	-0,01	-0,08	-0,34	
0,33	0,05	0,11	0,37	1,00	0,46	0,26	0,24	-0,03	0,29	0,28	0,46	0,12	0,38	0,19	0,26	0,42	0,35	-0,12	-0,30	-0,17	-0,22	-0,21	-0,17	0,04	0,21	0,03	
0,28	0,02	0,01	-0,02	0,46	1,00	-0,08	0,10	-0,05	0,10	0,16	0,04	0,12	0,17	-0,13	0,14	-0,12	-0,03	-0,02	-0,27	-0,16	0,18	-0,19	-0,16	0,20	0,40	-0,06	
0,08	-0,04	0,19	0,23	0,26	-0,08	1,00	-0,04	-0,28	0,31	-0,13	0,33	-0,37	0,50	0,29	0,23	0,25	0,28	0,10	-0,10	0,01	0,03	-0,01	0,11	-0,21	0,01	0,01	
-0,20	-0,14	0,20	0,15	0,24	0,10	-0,04	1,00	0,53	0,14	0,04	-0,02	-0,04	0,14	0,19	0,11	-0,01	-0,10	0,06	0,25	0,10	0,08	-0,13	0,10	0,02	0,46	0,34	
-0,40	-0,12	0,16	0,01	-0,03	0,29	-0,05	0,53	1,00	-0,15	-0,16	-0,32	-0,08	0,03	-0,19	-0,09	-0,19	-0,37	0,04	0,04	0,11	-0,03	-0,22	0,11	0,31	0,21	0,21	
0,18	-0,14	-0,04	0,33	0,29	0,10	0,31	0,14	-0,15	1,00	0,61	0,50	-0,01	0,53	0,28	0,14	0,27	0,31	0,03	-0,12	-0,07	-0,19	0,23	-0,07	-0,15	0,27	-0,10	
0,20	-0,10	-0,42	0,06	0,28	0,16	-0,13	0,04	-0,16	0,61	1,00	0,39	0,79	0,17	0,22	0,29	0,28	0,27	-0,10	0,04	0,00	-0,11	0,04	0,00	-0,47	0,25	0,05	
0,44	0,28	-0,01	0,55	0,46	0,04	0,33	-0,02	-0,32	0,50	0,39	1,00	0,11	0,31	0,35	0,33	0,65	0,65	-0,24	-0,01	0,14	-0,27	0,18	0,14	-0,26	0,13	-0,31	
0,11	-0,02	-0,52	-0,19	0,12	0,12	-0,37	-0,04	-0,08	-0,01	0,79	0,11	1,00	-0,18	0,06	0,24	0,14	0,10	-0,15	0,17	0,08	0,01	-0,12	0,08	-0,48	0,10	0,15	
0,08	-0,03	0,04	0,17	0,38	0,17	0,50	0,14	0,03	0,53	0,17	0,31	-0,18	1,00	0,17	-0,04	0,34	0,13	0,23	-0,26	0,16	0,28	0,08	0,16	-0,05	0,13	0,10	
0,20	0,34	-0,01	0,13	0,19	-0,13	0,29	0,19	-0,19	0,28	0,22	0,35	0,06	0,17	1,00	0,55	0,49	0,67	-0,11	-0,12	-0,07	-0,20	-0,26	-0,07	-0,12	0,10	0,19	
0,12	0,01	-0,19	0,20	0,26	0,14	0,23	0,11	-0,09	0,14	0,29	0,33	0,24	-0,04	0,55	1,00	0,47	0,56	-0,11	-0,24	-0,10	-0,33	-0,30	-0,10	0,07	0,18	0,05	
0,05	0,25	-0,02	0,50	0,42	-0,12	0,25	-0,01	-0,19	0,27	0,28	0,65	0,14	0,34	0,49	0,47	1,00	0,77	-0,26	-0,23	0,05	-0,17	-0,17	0,05	-0,18	0,04	0,08	
0,14	0,25	0,03	0,34	0,35	-0,03	0,28	-0,10	-0,37	0,31	0,27	0,65	0,10	0,13	0,67	0,56	0,77	1,00	-0,32	-0,35	-0,30	-0,26	-0,13	-0,30	0,00	0,22	0,13	
0,04	-0,24	-0,26	-0,10	-0,12	-0,02	0,10	0,06	0,04	0,03	-0,10	-0,24	-0,15	0,23	-0,11	-0,11	-0,26	-0,32	1,00	0,32	0,39	0,23	0,40	0,39	0,02	-0,09	0,27	
0,03	-0,05	-0,15	-0,04	-0,30	-0,27	-0,10	0,25	0,04	-0,12	0,04	-0,01	0,17	-0,26	-0,12	-0,24	-0,23	-0,35	0,32	1,00	0,63	0,21	0,37	0,63	-0,38	-0,17	-0,02	
0,14	0,01	-0,19	0,18	-0,17	-0,16	-0,01	0,10	0,11	-0,07	0,00	0,14	0,08	0,16	-0,07	-0,10	0,05	-0,30	0,39	0,63	1,00	0,32	0,43	1,00	-0,39	-0,14	-0,08	
-0,10	-0,20	0,18	-0,25	-0,22	0,18	0,01	0,08	-0,03	-0,19	-0,11	-0,27	0,01	0,28	-0,20	-0,33	-0,17	-0,26	0,23	0,21	0,32	1,00	0,15	0,32	-0,18	0,05	0,36	
0,08	-0,36	-0,02	0,10	-0,21	-0,19	0,03	-0,13	-0,22	0,23	0,04	0,18	-0,12	0,08	-0,26	-0,30	-0,17	-0,13	0,40	0,37	0,43	0,15	1,00	0,43	-0,36	-0,11	-0,18	
0,14	0,01	-0,19	0,18	-0,17	-0,16	-0,01	0,10	0,11	-0,07	0,00	0,14	0,08	0,16	-0,07	-0,10	0,05	-0,30	0,39	0,63	1,00	0,32	0,43	1,00	-0,39	-0,14	-0,08	
-0,13	0,01	0,09	-0,01	0,04	0,20	0,11	0,02	0,31	-0,15	-0,47	-0,26	-0,48	-0,05	-0,12	0,07	-0,18	0,00	0,02	-0,38	-0,39	-0,18	-0,36	-0,39	1,00	0,17	0,07	
-0,15	-0,22	0,09	-0,08	0,21	0,40	-0,21	0,46	0,21	0,25	0,13	0,10	0,10	0,13	0,10	0,18	0,04	0,22	-0,09	-0,17	-0,14	0,05	-0,11	-0,14	0,17	1,00	0,36	
-0,45	-0,25	-0,01	-0,34	0,03	-0,06	0,01	0,34	0,21	-0,10	0,05	-0,31	0,15	0,10	0,19	0,05	0,08	0,13	0,27	-0,02	-0,08	0,38	-0,18	-0,08	0,07	0,36	1,00	

Tab. 9.1.2 Spearmanův korelační test – soubor hokejistů

<b>hokejisté - Spearman - korelace (18 - 26,99 let)</b>					
rozdíly výšek bodů:	<b>Valid</b>	<b>Spearman</b>	<b>t(N-2)</b>	<b>p-level</b>	<b>význam</b>
rozdíl a-z - rozdíl is-z	30	0,509710	3,13494	0,004012	**
rozdíl a-z - rozdíl isp-z	30	0,400156	2,31048	0,028445	*
rozdíl a-z - rozdíl dol. konč.	30	0,509710	3,13494	0,004012	**
rozdíl ic-z - rozdíl is-z	30	0,665775	4,72149	0,000059	***
rozdíl ic-z - rozdíl dol. konč.	30	0,665775	4,72149	0,000059	***
rozdíl ic-z - Adams. úhel- th	30	-0,489716	- 2,97211	0,006018	**
lateralita – stoj na vahách	30	-0,371818	- 2,11943	0,043054	*
rozdíl dol. konč. – stoj na vahách	30	0,423331	2,47254	0,019755	*
stoj na vahách - rozdíl is – z	30	0,423331	2,47254	0,019755	*

Tab. 9.1.3

## Korelační analýza antropometrických znaků a měřených hodnot u kontrolního souboru (18 - 26,99 let)

	laterálie	držení hokejky	tělesná výška	tělesná váha	délka hor. segm. těle	délka před. stěny trupu	bakrom. šířka	bicist. šířka	bispin. šířka	transv. pr. hrudníku	segilátní pr. hrudníku	obvod hrudníku	torakální index	vzděl. sy - z	kož.řasa nad bic.	kož.řasa nad inc.	kož.řasa suprail.	kož.řasa subsek.	rozdíl i-z	rozdíl i-z	rozdíl is-z	rozdíl is-z	rozdíl i-z	rozdíl i-z	rozdíl is-p-z	rozdíl dolk.	Adams th	Adams Lb	vyváženo st. stope
laterálie	1,00		-0,07	-0,45	-0,24	-0,15	0,00	-0,41	-0,27	-0,38		-0,39	-0,19	0,13	-0,11	-0,08	-0,41	-0,02	0,07	-0,17	-0,14	0,12	0,15	-0,14		0,26	-0,30		
držení hokejky		1,00	-0,11	-0,24	-0,35	-0,29	-0,06	-0,35	-0,26	-0,24	-0,17	-0,13	0,04	0,18	-0,01	-0,15	-0,21	0,08	-0,19	-0,10	-0,22	0,28	0,23	-0,22	-0,36	0,02	-0,16		
tělesná výška	-0,07	-0,11	1,00	0,41			0,19	0,35	0,10	0,04	0,06	0,17	0,06		-0,25	0,04	-0,04	-0,20	0,17	-0,27		0,20	0,24	0,02	0,28	0,02	0,28		
tělesná váha	-0,45	-0,24	0,41	1,00	0,29	0,31	0,08		0,02	0,38	0,35		0,07	0,30	0,41	0,41			0,10	-0,03	0,16	-0,01	-0,12	0,16	0,26	-0,12	0,25		
délka hor. segm. těle	-0,24	-0,35	0,29	0,29	1,00		0,18	0,34	-0,16	0,07	-0,08	0,02	-0,13	-0,01	-0,34	-0,03	-0,03	-0,27	0,24	-0,12		-0,18	-0,08	0,21	0,11	0,33	0,33		
délka před. stěny trupu	-0,15	-0,29	0,31	0,31	1,00		0,10	0,35	-0,22	-0,02	-0,06	0,07	-0,04	-0,03	-0,23	0,06	0,04	-0,12	0,21	-0,11	0,35	-0,17	-0,07	0,35	0,23	0,16	0,18		
bakromiální šířka	0,00	-0,06	0,19	0,08	0,18	0,10	1,00	0,45	0,44		0,12	0,14	-0,21	0,09	-0,17	0,20	0,11	0,14	0,45	0,27	0,16	-0,09	0,05	0,16	-0,16	-0,38	0,08		
bicistální šířka	-0,41	-0,35	0,35	0,35	0,34	0,35	0,45	1,00	0,34		0,42		0,03	0,16	-0,02	0,25	0,33	0,13	0,34	0,13	0,30	-0,20	-0,03	0,30	0,26	-0,24	0,13		
bispinální šířka	-0,27	-0,26	0,10	0,02	-0,16	-0,22	0,44	0,34	1,00			0,24	0,14	0,28	0,00	0,07	0,22	0,19	0,01	0,32	0,22	-0,19	0,30	0,22	-0,03	-0,20	-0,12		
transverz. pr. hrudníku	-0,38	-0,24	0,04	0,38	0,07	-0,02				1,00	0,44		-0,24	-0,01	0,09	0,23	0,41	0,35	0,31	0,27	0,21	0,08	-0,03	0,21	-0,06	-0,19	-0,04		
segilátní pr. hrudníku		-0,17	0,06	0,35	-0,08	-0,06	0,12	0,42		0,44	1,00			0,16	0,20	0,23	0,35	0,27	0,05	0,18	0,00	-0,15	0,06	0,00	0,20	-0,32	-0,15		
obvod hrudníku	-0,39	-0,13	0,17		0,02	0,07	0,14		0,24			1,00	0,15	0,21	0,40	0,30			0,06	0,08	0,11	0,02	-0,14	0,11	0,23	-0,15	0,02		
torakální index	-0,19	0,04	0,06	0,07	-0,13	-0,04	-0,21	0,03	0,14	-0,24		0,15	1,00	0,20	0,11	0,11	0,07	0,03	-0,11	0,00	-0,18	-0,20	0,08	-0,18	0,23	-0,24	-0,17		
vzděl. sy - z	0,13	0,18		0,30	-0,01	-0,03	0,09	0,16	0,28	-0,01	0,16	0,21	0,20	1,00	-0,02	0,08	-0,03	-0,02	0,00	-0,26	0,34	0,01	0,35	0,34	0,13	-0,07	0,07		
kož.řasa nad bicep	-0,11	-0,01	-0,25	0,41	-0,34	-0,23	-0,17	-0,02	0,00	0,09	0,20	0,40	0,11	-0,02	1,00	0,45			-0,33	0,24	0,02	-0,01	0,21	0,02	-0,14	-0,13	0,08		
kož.řasa nad tricep	-0,08	-0,15	0,04	0,41	-0,03	0,06	0,20	0,25	0,07	0,23	0,23	0,30	0,11	0,08	0,45	1,00			0,17	-0,01	-0,15	-0,26	0,06	-0,15	-0,24	-0,24	-0,09		
kož.řasa suprailékové	-0,41	-0,21	-0,04		-0,03	0,04	0,11	0,33	0,22	0,41	0,35	0,30	0,07	-0,03			1,00		-0,09	0,13	-0,07	-0,15	0,05	-0,07	-0,08	-0,24	-0,07		
kož.řasa subscap.	-0,02	0,08	-0,20		-0,27	-0,12	0,14	0,13	0,19	0,35	0,27	0,30	0,03	-0,02				1,00	-0,04	0,27	-0,33	-0,02	0,01	-0,33	-0,26	-0,05	-0,16		
rozdíl i-z	0,07	-0,19	0,17	0,10	0,24	0,21	0,45	0,34	0,01	0,31	0,05	0,06	-0,11	0,00	-0,33	0,17	-0,09	-0,04	1,00	0,05	-0,05	0,27	-0,22	-0,05	-0,08	-0,06	-0,04		
rozdíl ic	-0,17	-0,10	-0,27	-0,03	-0,12	-0,11	0,27	0,13	0,32	0,27	0,18	0,08	0,00	-0,26	0,24	-0,01	0,13	0,27	0,05	1,00	0,05	0,00	0,25	0,05	0,00	-0,04	-0,13		
rozdíl is	-0,14	-0,22		0,16		0,35	0,16	0,30	0,22	0,21	0,00	0,11	-0,18	0,34	0,02	-0,15	-0,07	-0,33	-0,05	0,05	1,00	0,02	0,36	0,04	0,04	-0,02	0,35		
rozdíl ai-z	0,12	0,28	-0,12	-0,01	-0,18	-0,17	-0,09	-0,20	-0,19	0,08	-0,15	0,02	-0,20	0,01	-0,01	-0,26	-0,15	-0,02	0,27	0,00	0,02	1,00	0,04	0,02	-0,07	0,40	-0,03		
rozdíl isp-z	0,15	0,23	0,20	-0,12	-0,08	-0,07	0,05	-0,03	0,30	-0,03	0,06	-0,14	0,08	0,35	0,21	0,06	0,05	0,01	-0,22	0,25	0,36	0,04	1,00	0,36	-0,11	0,12	0,06		
rozdíl dolk.	-0,14	-0,22	0,16	0,16		0,35	0,16	0,30	0,22	0,21	0,00	0,11	-0,18	0,34	0,02	-0,15	-0,07	-0,33	-0,05	0,05	1,00	0,02	0,36	1,00	0,04	-0,02	0,35		
Adams-th		-0,36	0,24	0,26	0,21	0,23	-0,16	0,26	-0,03	-0,06	0,20	0,23	0,23	0,13	-0,14	-0,24	-0,08	-0,26	-0,08	0,00	0,04	-0,07	-0,11	0,04	1,00	0,00	0,08		
Adams-Lb	0,26	0,02	0,02	-0,12	0,11	0,16	-0,38	-0,24	-0,20	-0,19	-0,32	-0,15	-0,24	-0,07	-0,13	-0,24	-0,24	-0,05	-0,06	-0,04	-0,02	0,40	0,12	-0,02	0,00	1,00	-0,11		
vyváženost stope	-0,30	-0,16	0,28	0,25	0,33	0,18	0,08	0,13	-0,12	-0,04	-0,15	0,02	-0,17	0,07	0,08	-0,09	-0,07	-0,16	-0,04	-0,13	0,35	-0,03	0,06	0,35	0,08	-0,11	1,00		

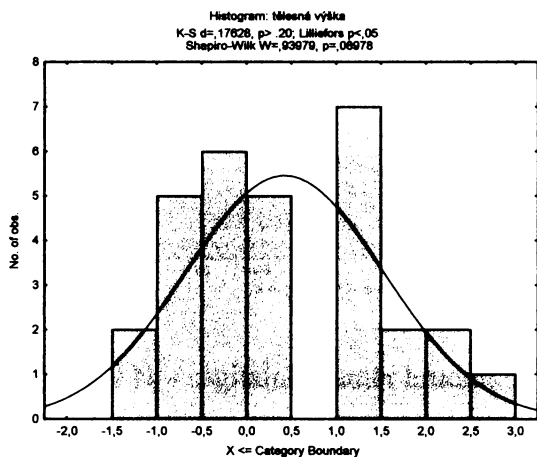
#### 9.1.4 Spearmanův korelační test – kontrolní soubor

<b>kontrola - korelace (18 - 26,99 let)</b>					
	<b>Valid</b>	<b>Spearman</b>	<b>t(N-2)</b>	<b>p-level</b>	<b>význam</b>
lateralita - držení hokejky	30	0,682099	4,93577	0,000033	***
lateralita - Adams. úhel- th	30	-0,495559	-3,01903	0,005359	**
držení hokejky - Adams. úhel- th	30	-0,373293	-2,12919	0,042169	*
rozdíl ic-z - rozdíl isp-z	30	0,374588	2,13778	0,041405	*
rozdíl ai-z - Adams. úhel- lb	30	0,388616	2,23178	0,033811	*
rozdíl isp-z - rozdíl is-z	30	0,363204	2,06276	0,048521	*
rozdíl dol. konč. - rozdíl isp-z	30	0,363204	2,06276	0,048521	*
rozdíl is-z – stoj na vahách	30	0,423331	2,47254	0,019755	*

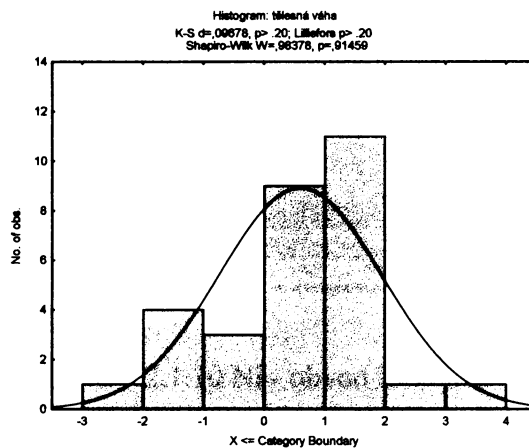
## 9.2 Histogramy normality souboru hokejistů a kontrolního souboru

### 9.2.1 Histogramy normality normalizačních indexů souboru hokejistů (18 – 26,99 let):

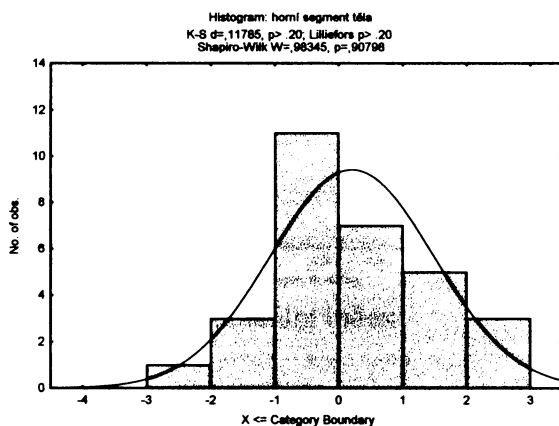
graf 9.2.1.1  $N_i$  - tělesná výška



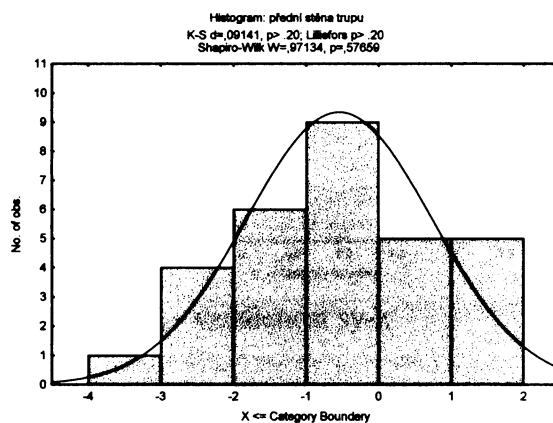
graf 9.2.1.2  $N_i$  - tělesná váha



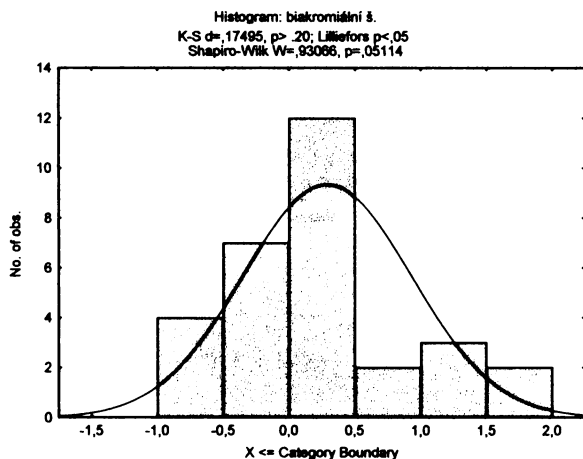
graf 9.2.1.3  $N_i$  - horní segment těla



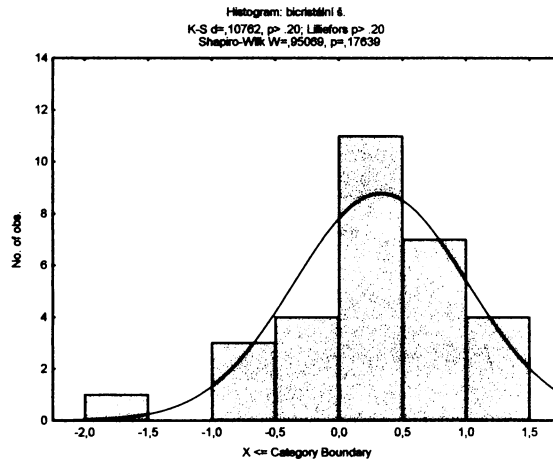
graf 9.2.1.4  $N_i$  - přední stěna trupu



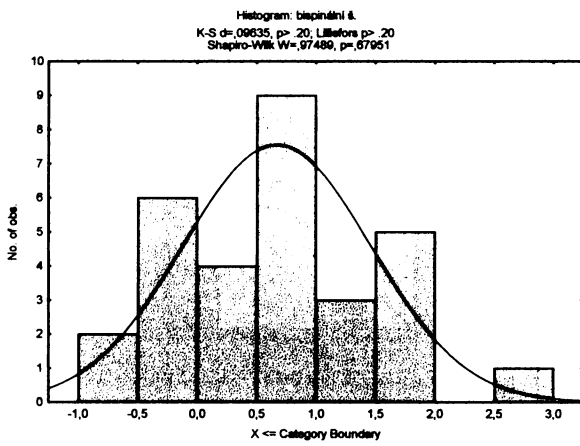
graf 9.2.1.5  $N_i$  - biakromiální šířka



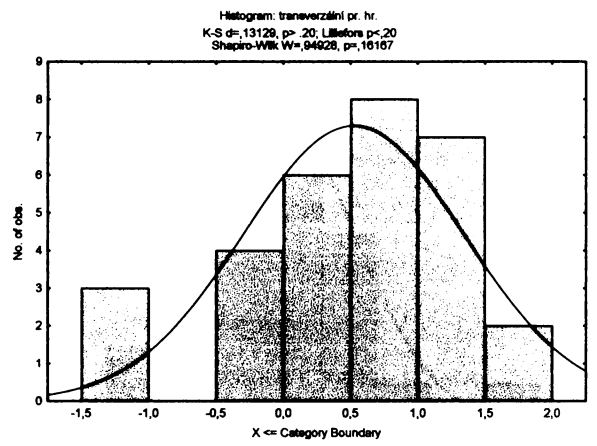
graf 9.2.1.6  $N_i$  - bicristální šířka



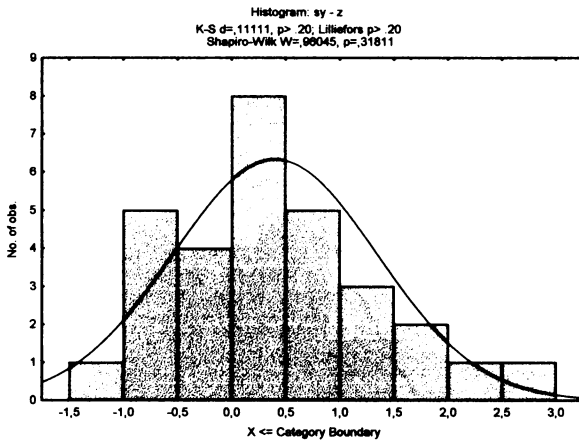
graf 9.2.1.7  $N_i$  - bispinální šířka



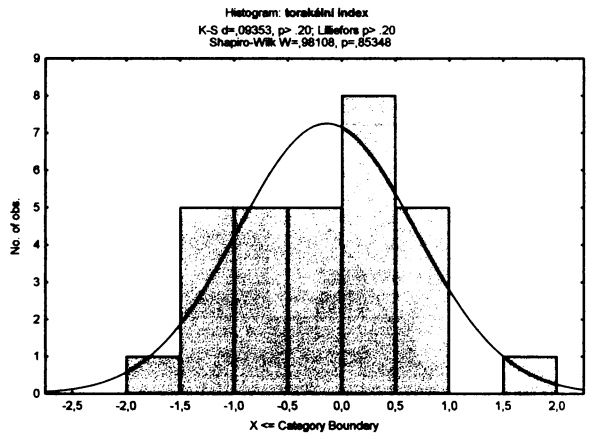
graf 9.2.1.8  $N_i$  - transversální pr. hrudníku



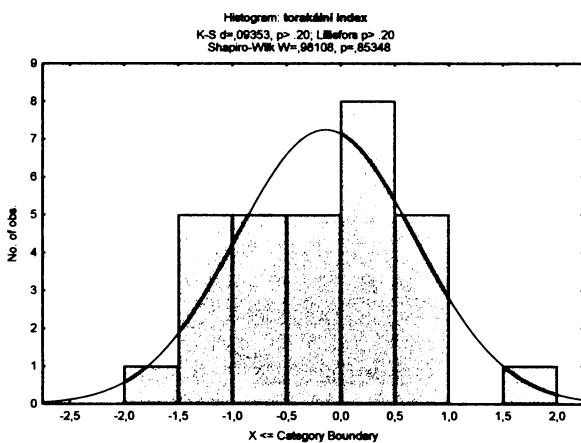
graf 9.2.1.9  $N_i$  - sagitální průměr hrudníku



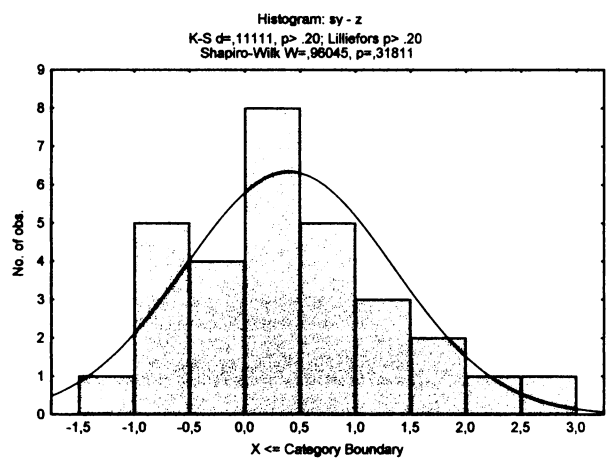
graf 9.2.1.10  $N_i$  - obvod hrudníku



graf 9.2.1.11  $N_i$  - torakální index

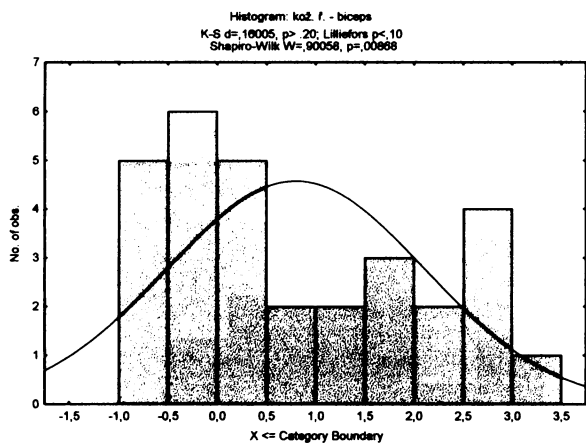


graf 9.2.1.12  $N_i$  - vzdálenost sy-z

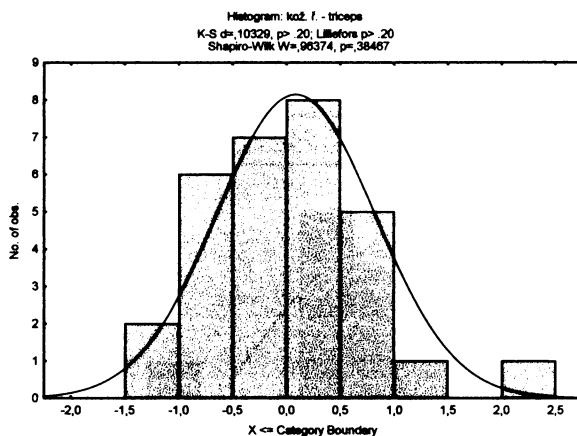




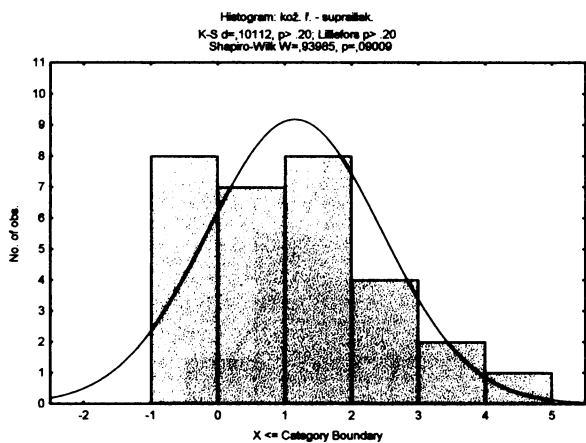
graf 9.2.1.13  $N_i$  - kožní řasa -biceps



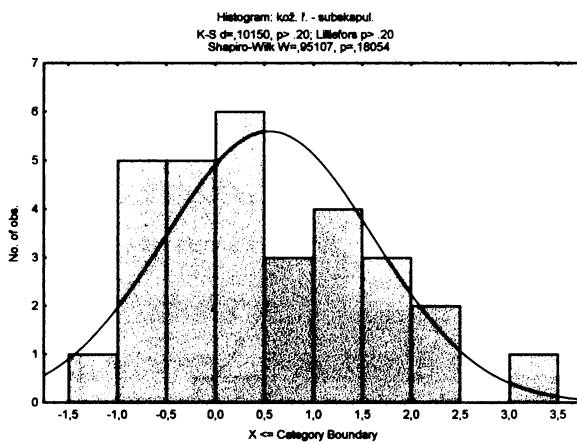
graf 9.2.1.14.  $N_i$  - kožní řasa – triceps



graf 9.2.1.15  $N_i$  kožní řasa – suprailiální

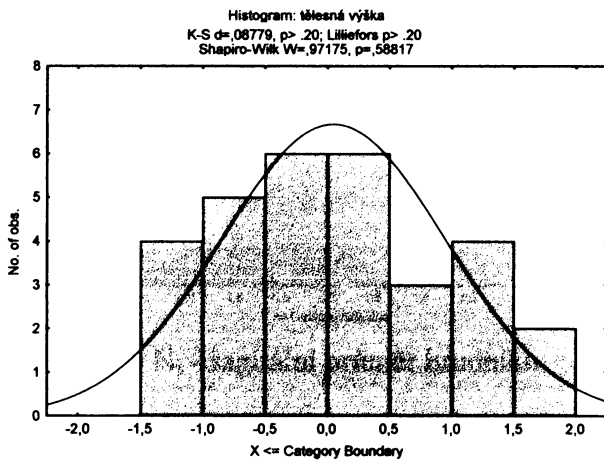


graf 9.2.1.16  $N_i$  - kožní ř. – subkapulární

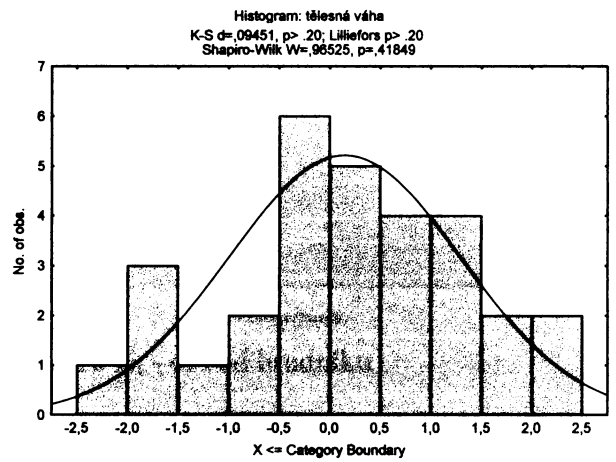


9.2.2 Histogramy normality  $N_i$  celé kontrolní skupiny (18 – 26,99 let):

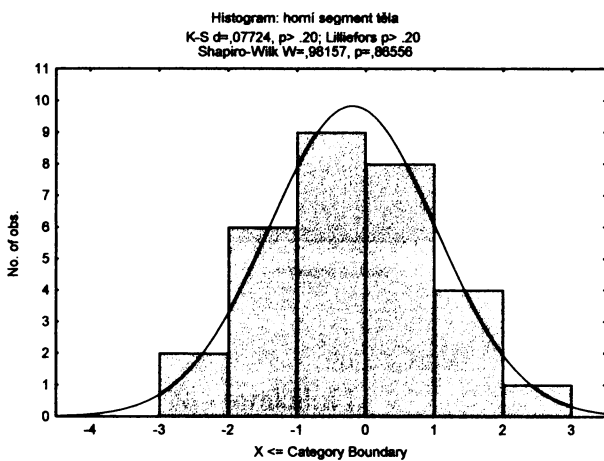
graf 9.2.2.1  $N_i$  - tělesná výška



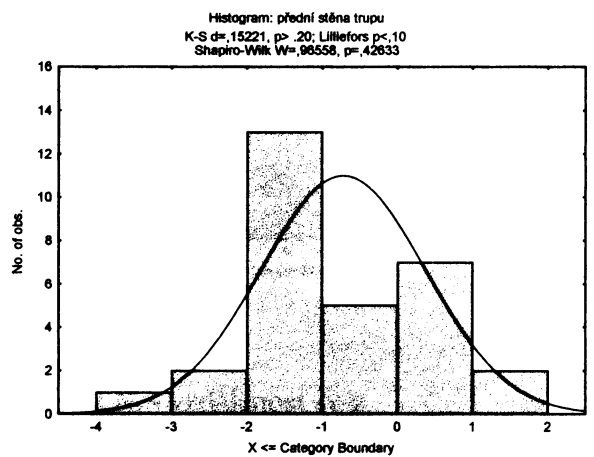
graf 9.2.2.2  $N_i$  - tělesná váha



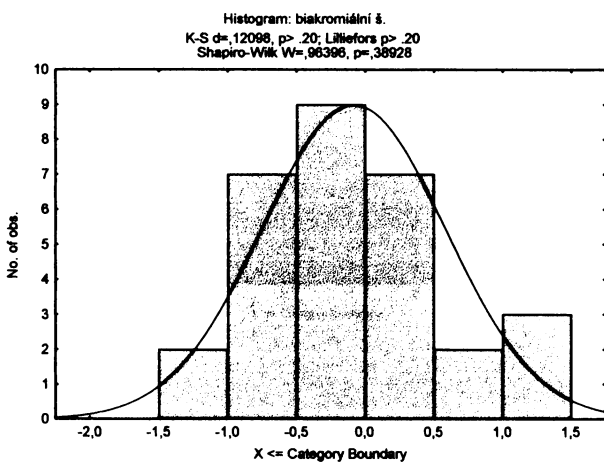
graf 9.2.2.3  $N_i$  - horní segment těla



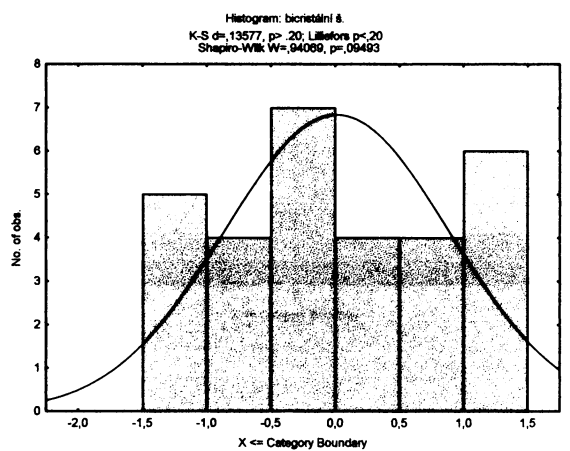
graf 9.2.2.4  $N_i$  - přední stěna trupu



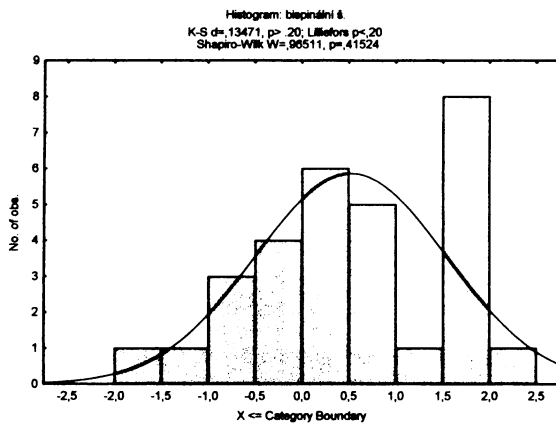
graf 9.2.2.5  $N_i$  - biakromiální šířka



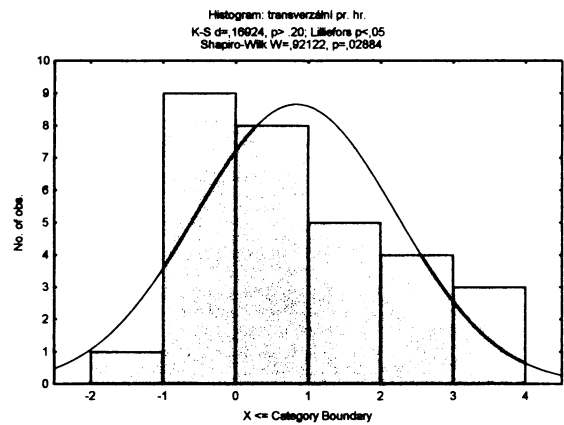
graf 9.2.2.6  $N_i$  - bicristální šířka



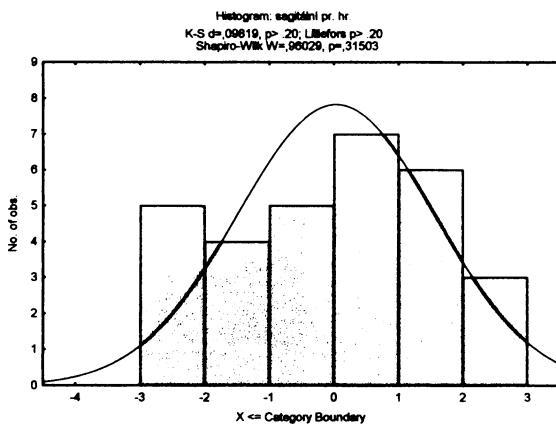
graf 9.2.2.7  $N_i$  - bispinální šířka



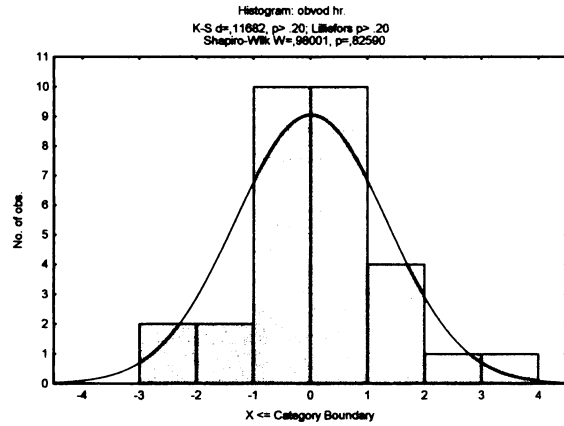
graf 9.2.2.8  $N_i$  - transversální pr. hrudníku



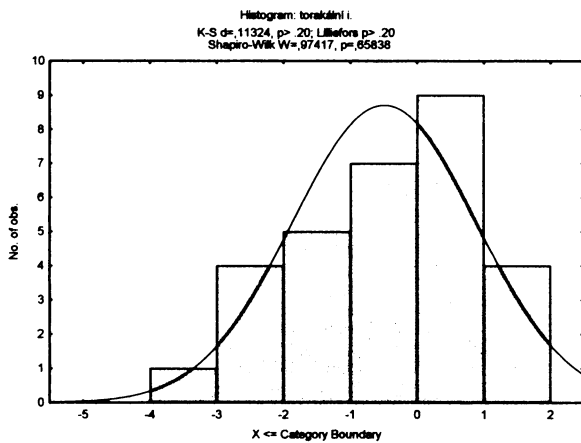
graf 9.2.2.9  $N_i$  - sagitální průměr hrudníku



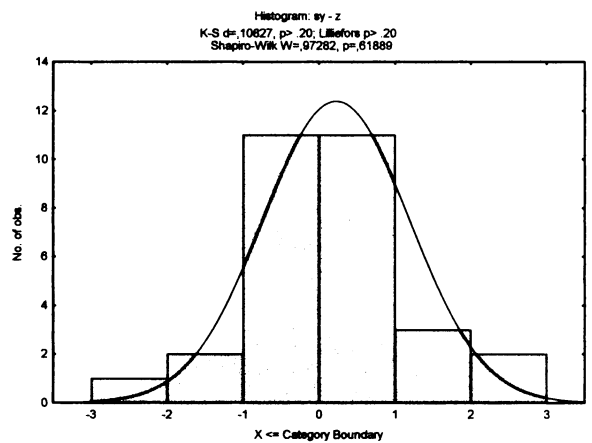
graf 9.2.2.10  $N_i$  - obvod hrudníku



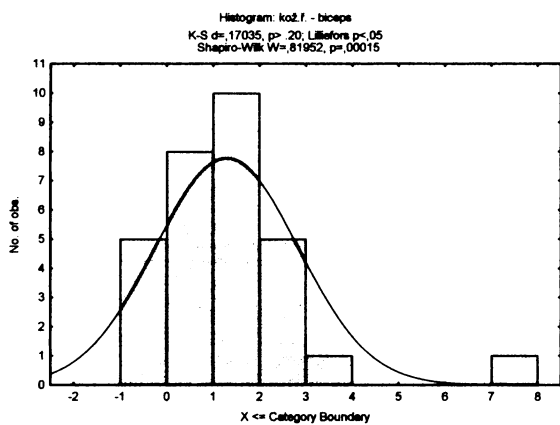
graf 9.2.2.11  $N_i$  - torakální i.



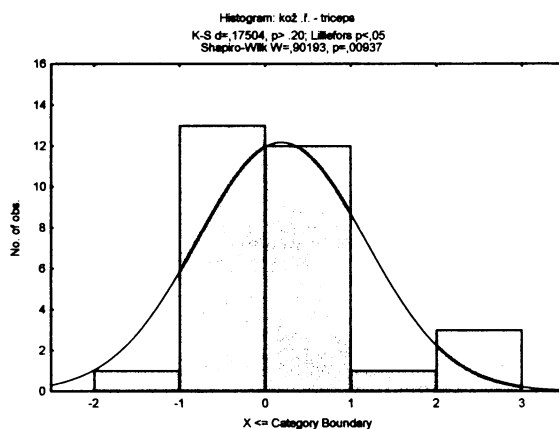
graf 9.2.2.12  $N_i$  - vzdálenost sy-z



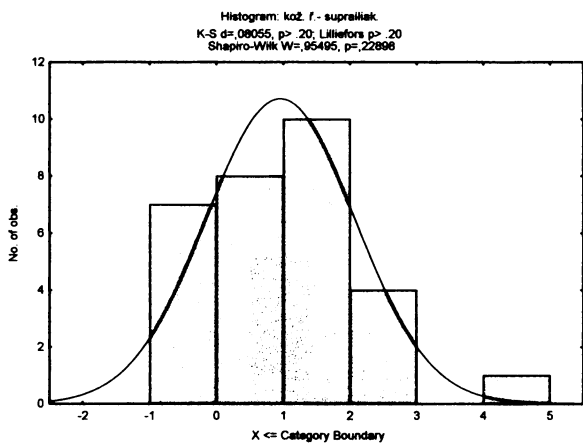
graf 9.2.2.13  $N_i$  - kožní řasa – biceps



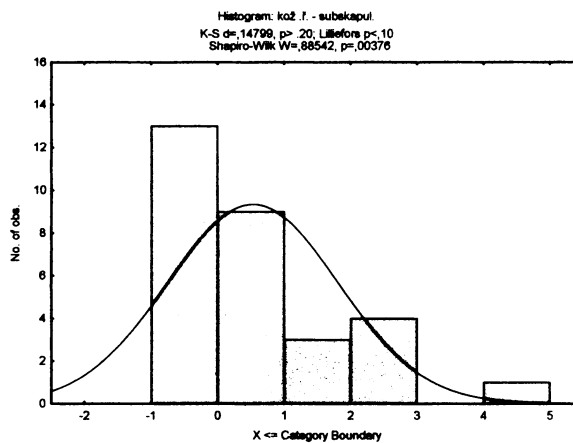
graf 9.2.2.14  $N_i$  - kožní řasa – triceps



graf 9.2.2.15  $N_i$  - kožní řasa – suprailiální



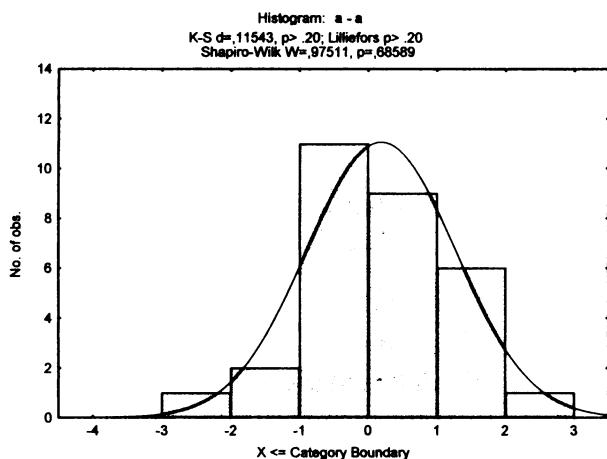
graf 9.2.2.16  $N_i$  - kožní ř. – subskapulární



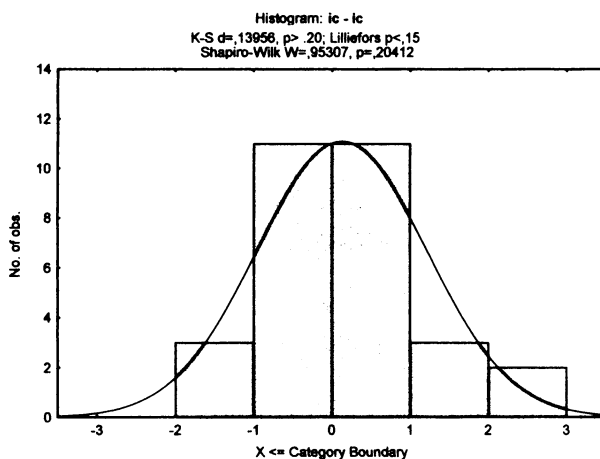
### 9.3 Histogramy normality bilaterálně měřených rozměrů věkových skupin hokejistů a kontrolního souboru

#### 9.3.1 Histogramy normality souboru hokejistů (18 – 26,99 let):

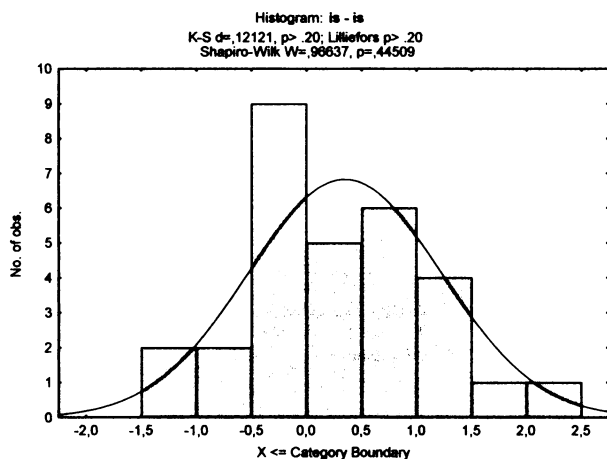
graf 9.3.1.1 rozdíl výšky a – z



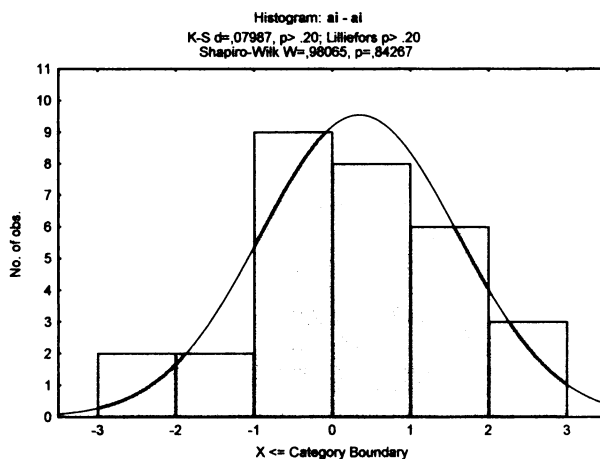
graf 9.3.1.2 rozdíl výšky ic – z



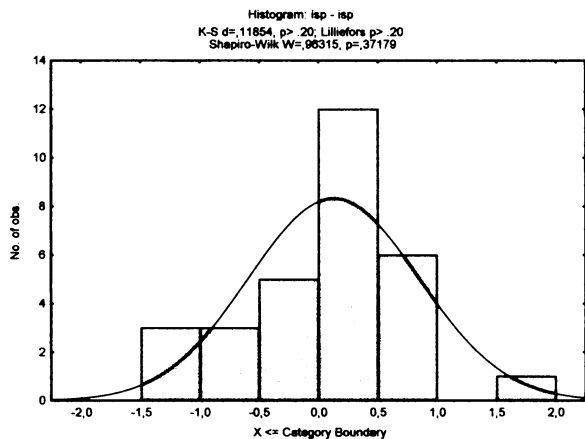
graf 9.3.1.3 rozdíl výšky is – z



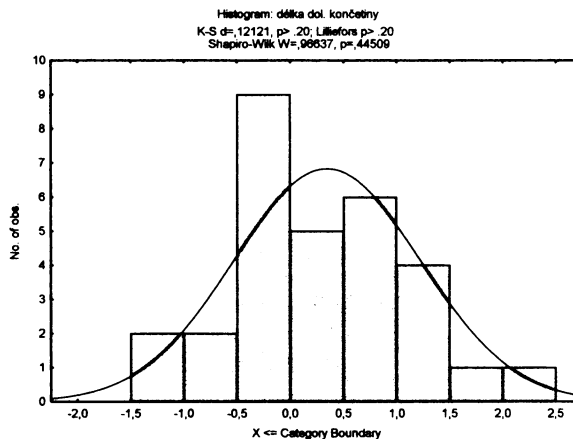
graf 9.3.1.4 rozdíl výšky ai – z



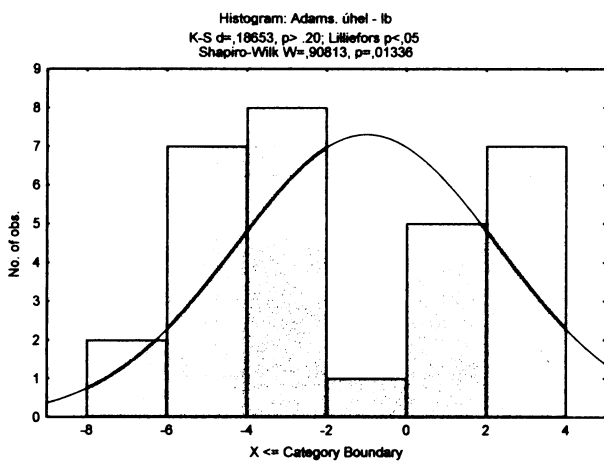
graf 9.3.1.5 rozdíl výšky isp – z



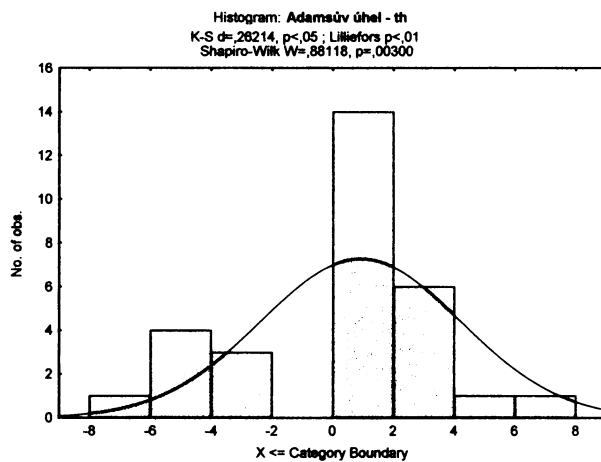
graf 9.3.1.6 rozdíl délky dol. končetin



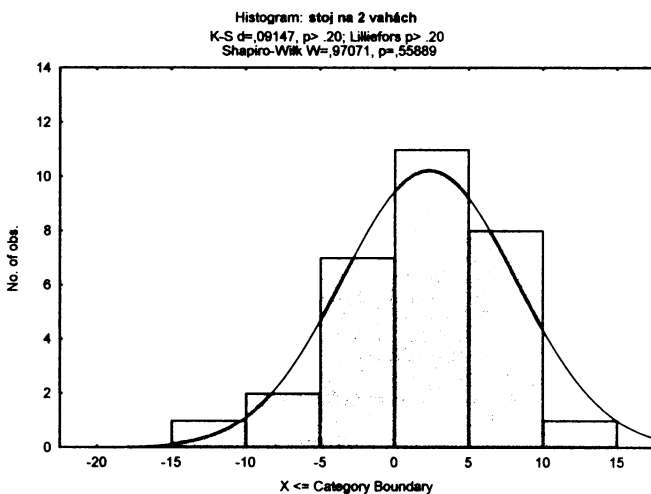
graf 9.3.1.7 Adamsův úhel – lb



graf 9.3.1.8 Adamsův úhel - th

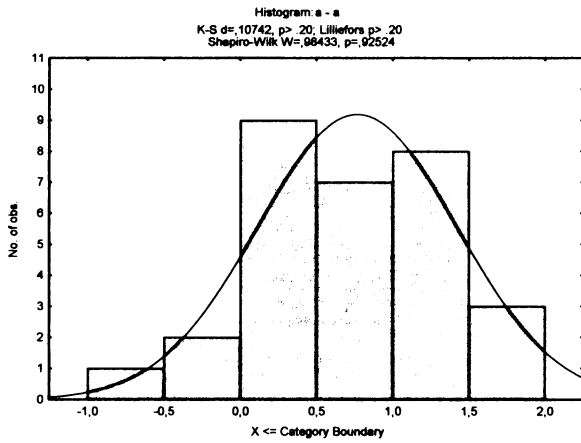


graf 9.3.1.9 rozdíl stoje na 2 vahách

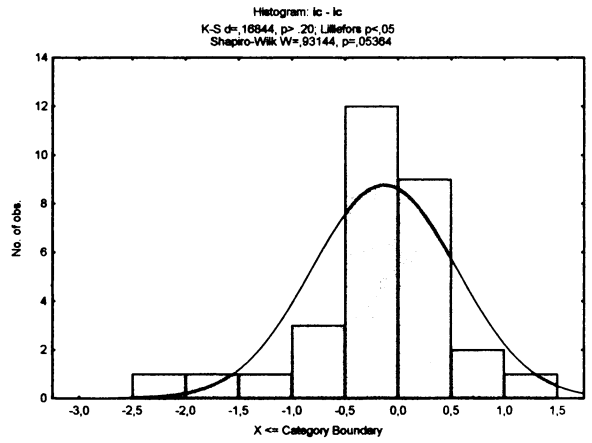


### 9.3.2 Histogramy normality kontrolní skupiny (18 – 26,99 let):

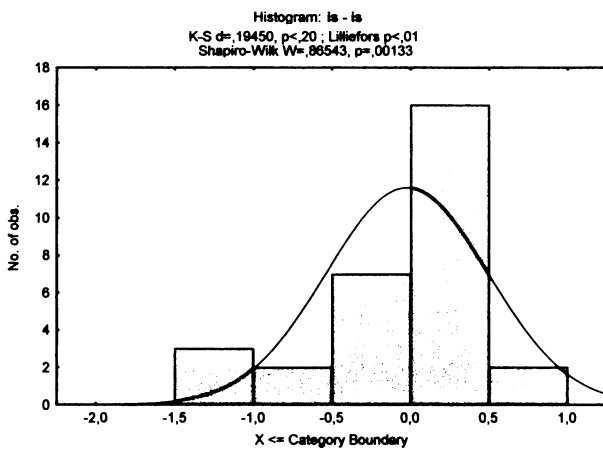
graf 9.3.2.1. rozdíl výšky a – z



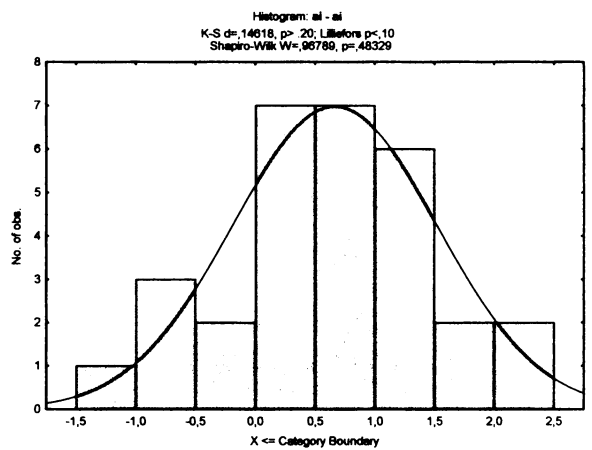
graf 9.3.2.2 rozdíl výšky ic – z



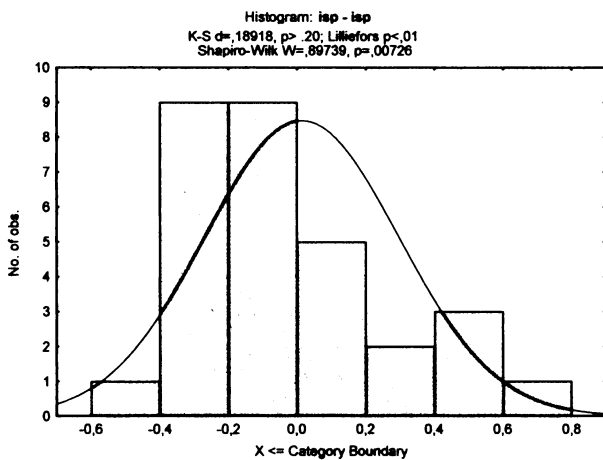
graf 9.3.2.3 rozdíl výšky is – z



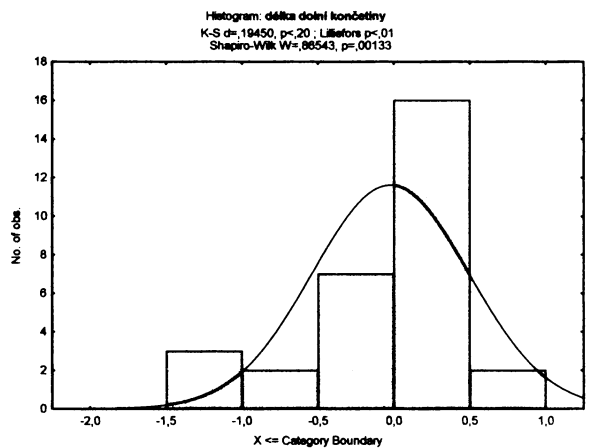
graf 9.3.2.4 rozdíl výšky ai – z



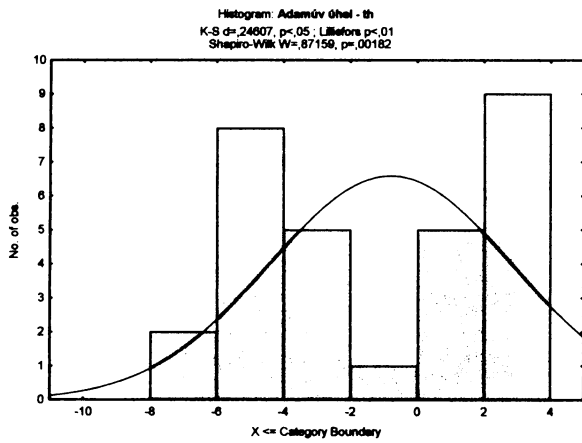
graf 9.3.2.5 rozdíl výšky isp – z



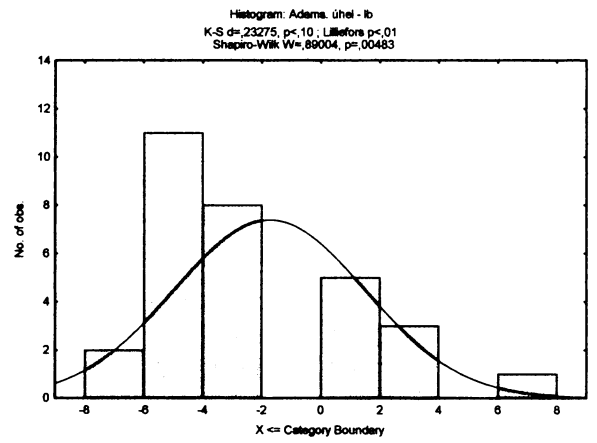
graf 9.3.2.6 rozdíl délky dolních končetin



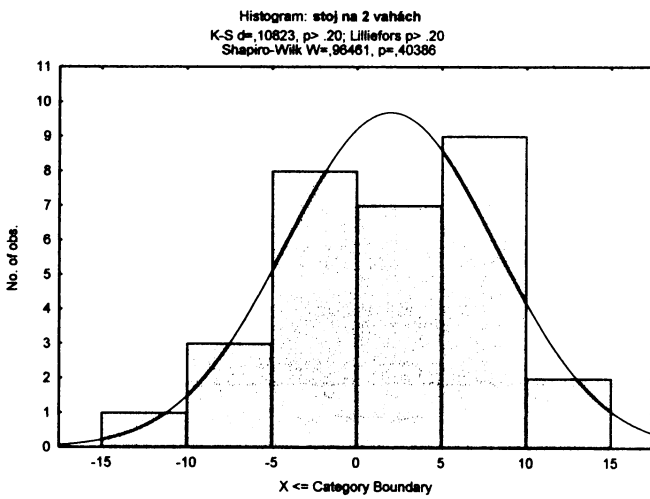
graf 9.3.2.7. Adamsův úhel – th



graf 9.3.2.8. Adamsův úhel – lb



graf 9.3.2.9 rozdíl stoji na 2 vahách

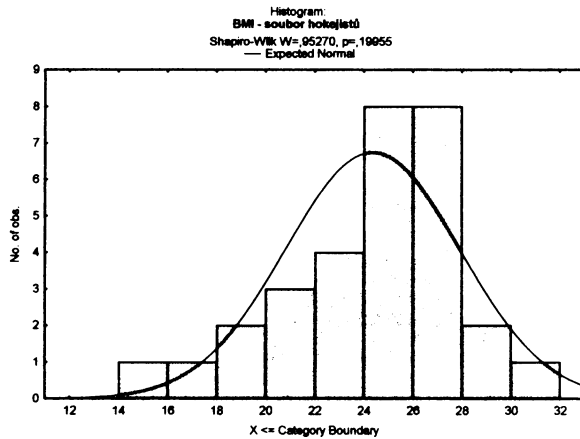




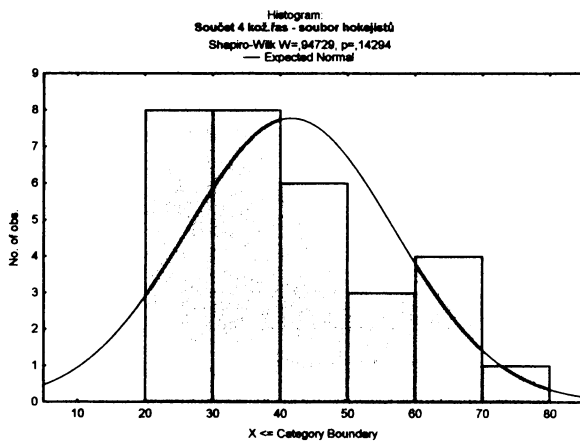
## 9.4 Histogramy normality znaků BMI, součet 4 kožních řas a součet 3 kožních řas souboru hokejistů a kontrolního souboru

### 9.4.1 soubor hokejistů:

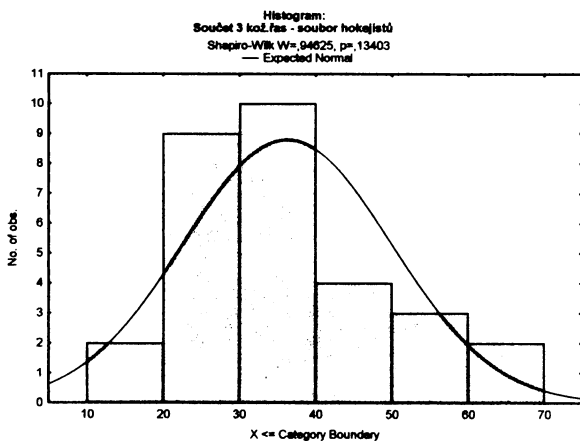
Graf 9.4.1.1 BMI



Graf 9.4.1.2 Součet 4 kožních řas

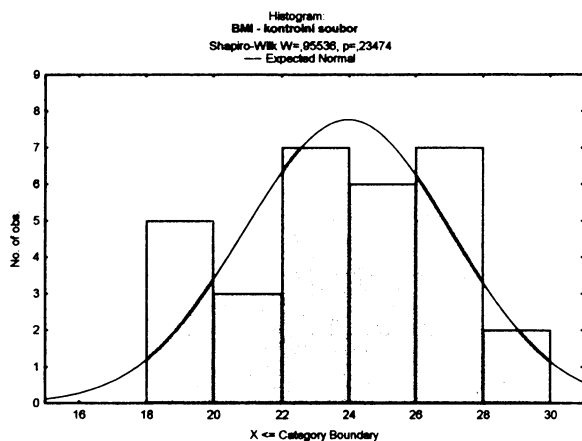


Graf 9.4.1.3 Součet 3 kožních řas

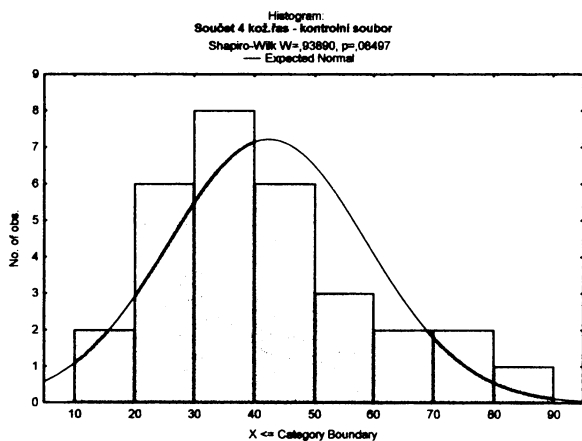


## 9.4.2 Kontrolní soubor

### Graf 9.4.2.1 BMI



### Graf 9.4.2.2 Součet 4 kožních řas



### Graf 9.4.2.3 Součet 3 kožních řas

