

Univerzita Karlova v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Změny hodnot systolického krevního tlaku
v závislosti na místě měření, poloze těla
a na stupni tělesného zatížení
u dívek ve věku 11-13 let

Autoreferát disertační práce v oboru kinantropologie

Autor: Mgr. Regina Pavlů
Školitel: Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.
Pracoviště: Klinika tělovýchovného lékařství 2.LF UK,
Fakultní nemocnice Motol
Školící pracoviště: Katedra fyziologie a biochemie FTVS-UK

Disertační práce byla vypracována v průběhu distančního doktoranského studia, představuje původní rukopis o 116 stranách a 45 stranách příloh.

Praha 2010

1. Úvod

Změny krevního tlaku a srdeční frekvence odráží jak patologické stavy, tak i momentální stav v organismu, reagující na řadu zevních i vnitřních vlivů.

Reakcí kardiovaskulárního aparátu na zátěž jsem se zabývala již ve své diplomové práci. Posuzovala jsem změny srdeční frekvence a krevního tlaku během testování handgripu, ortostázy a ortostatického testu se současně měřeným handgripem. Pokračováním diplomové práce je tato disertační práce, ve které navazuji, rozpracovávám a prohlubuji otázky týkající se změn hodnot krevního tlaku, systolického tlakového gradientu a srdeční frekvence v závislosti na místě měření, poloze těla a na stupni tělesného zatížení u zdravých dívek ve věku 11-13 let.

Krevní tlak je důležitý parametr související s polohou těla a měnící se vlivem zátěže. Obvykle je měřený jen na jedné horní končetině. Změna polohy těla má úzký vztah k místu měření krevního tlaku.

V disertační práci bude použit stejný způsob měření krevních tlaků, tlakového gradientu, srdeční frekvence a provedeno stejné zátěžové testování jako u pacientů s koarktací aorty, dispenzarizovaných na Klinice tělovýchovného lékařství.

Místem měření krevního tlaku bude proto jak běžně používané místo na arteria brachialis pravé horní končetiny, tak i méně obvyklé místo na arteria femoralis pravé dolní končetiny, pomocí auskultační metody. Na dolní končetině bude použito i nezávislé měření pomocí elektrické impedanční techniky.

Reakce kardiovaskulárního aparátu, tj. změny hodnot krevního tlaku a srdeční frekvence budou sledovány při zátěžovém testování v laboratoři v pěti polohách, a to v klidu v leže, na pohybující se nakloněné rovině ortostatickým testem, v klidu v sedě na bicyklovém ergometru, v dynamické zátěži bicyklovou ergometrií se stupňovanou zátěží 1W na kg a 2W na kg hmotnosti těla.

Disertační práce byla přepracována podle připomínek a mimo jiné i doplněna percentilovými grafy indexu tělesné hmotnosti.

Naměřené hodnoty jsou staršího data jak z důvodů ukončení prvního zpracování, tak i doplnění a přepracování celé práce.

2. Cíl disertační práce

Původní myšlenka, zda a o kolik se mění tlakový gradient, tedy rozdíl naměřených hodnot systolického krevního tlaku na horní a dolní končetině, v zátěži a vlivem ortostázy vychází z klinické praxe Kliniky tělovýchovného lékařství i Dětského kardiocentra II. Lékařské fakulty UK Praha, Fakultní nemocnice v Praze 5 Motol.

Cílem mé disertační práce bylo provést pilotní studii, která by mohla v klinické praxi představovat referenční hodnoty oběhových ukazatelů pro vyšetření 11-13letých pacientek s koarktací aorty.

3. Hypotézy

H1: Předpokládám závislost výšky místa měření na naměřených hodnotách systolického krevního tlaku a jeho vyšší hodnoty na dolní končetině.

H2: Předpokládám, že rozdílné přístupy měření systolického krevního tlaku auskultačně a elektrickou impedanční technikou spolu budou korelovat.

H3: Předpokládám zvýšení srdeční frekvence i krevního tlaku v závislosti na stupňovaném zátěžovém testování bicyklovou ergometrií.

H4: Předpokládám, že systolický tlakový gradient se při stupňované zátěži bude zmenšovat.

4. Úkoly práce

Při řešení cílů práce jsem si stanovila následující dílčí úkoly:

1. prostudovat a zpracovat dostupnou literaturu
2. převzít a doplnit metodiku výzkumu z klinické praxe Kliniky tělovýchovného lékařství během ortostatického testu pasivní vertikalizací a zátěžového vyšetření pomocí bicyklové ergometrie se zátěží 1W a 2W na kilogram tělesné hmotnosti
3. zajistit skupinu dívek ve věku 11-13 let

4. získat zátěžovým vyšetřením naměřené hodnoty krevního tlaku a srdeční frekvence v pěti vyšetřovaných polohách. Krevní tlak měřit auskultačně na horní i dolní končetině a souběžně měřit systolický krevní tlak pomocí elektrické impedanční techniky
5. statisticky zpracovat naměřené hodnoty
6. vyhodnotit získané výsledky
7. sepsat disertační práci

5. Charakteristika sledovaného souboru

Chronologický věk sledovaného souboru byl 11 až 13 let, všechny ženského pohlaví, v celkovém počtu 22 sledovaných osob, ze kterých pouze 18 bylo vhodných ke statistickému zpracování, u jedné sledované osoby z osobních a u tří ze zdravotních potíží – virové onemocnění, angína, disthorze hlezenního kloubu, výzkum nebyl dokončen.

Daný věk a pohlaví bylo určeno ve snaze o co největší náklonnost k ortostatické labilitě, poměrně častou poruchou oběhové regulace.

Během prvního vyšetření se u každé dobrovolnice zaznamenala anamnéza, byla zvážena hmotnost u každé z dívek a provedeno orientační antropometrické vyšetření. Dodatečně byly dopočítány hodnoty BMI a vytvořeny percentilové grafy každé dívky. Všechny dobrovolnice byly nekuřačky, neužívaly žádné léky a byly bez lékařského omezení pohybové aktivity, prodělaly běžná dětská onemocnění.

6. Popis vlastního experimentu a použité metody

Vlastní experiment probíhal na Klinice tělovýchovného lékařství II. LF UK Praha v Motole, za pomoci laboratorních asistentek. Doba vyšetření byla zvolena jak s ohledem na jednotný čas se snahou o vyloučení kolísání biorytmů, tak s ohledem na volné kapacity zátěžové laboratoře. Z důvodů bezpečnosti bylo nutné zajistit i doprovod dívek ze základní školy. Vyšetření bylo prováděno pravidelně jedenkrát týdně, každá dobrovolnice byla testována pětkrát, ve stejném pořadí. Opakované testování bylo provedeno z důvodů větší jednotnosti výsledků.

6.1 Sledované hodnoty

Srdeční frekvence

Hodnoty srdeční frekvence byly sledovány pomocí Sport-Testeru zn. Polar.

Krevní tlak

Pro odečtení krevního tlaku jsem použila dvě metody.

Auskultační metoda: využívá měření pomocí rtuťového tonometru s přiměřeně širokou gumou v manžetě tonometru. Fonendoskop umístěný ve fossa cubitalis zachycoval Korotkovovy fenomény na pravé horní končetině na a. brachialis. Krevní tlak byl měřen i na a. femoralis pravé dolní končetiny (rovněž s přiměřeně širokou gumou v manžetě tonometru). Rtuťový sloupec tonometru byl umístěn vždy ve výši srdce pro odečty na HK, ve výši odečtu na DK v jeho úrovni měření. K dodržení těchto požadavků byly použity posunovací stojany. Odpouštěním vzduchu z manžety tonometru se nejprve ozvala arteriální ozva jako ukazatel systolického krevního tlaku, při vymizení Korotkovových fenoménů se odečetl diastolický krevní tlak, s přesností na 5 mmHg.

Elektrická impedanční technika: pro možnost ověření spolehlivosti používaného měření, jsme použili srovnání s elektrickou impedanční technikou na dolní končetině (dále jen EIT), která byla vyrobena jako identická kopie zn. Minnesota, tedy vlastní konstrukce, na Klinice tělovýchovného lékařství FN Motol. Byly použity dvě vnější proudové, napájecí elektrody, kde jedna byla přiložena nad pravý kloub kolenní z mediální strany, druhá nad pravý vnitřní kotník a přelepeny leukoplastí, zafixovány mulovým čtvercem a obinadlem. Místo styku s pokožkou bylo před položením elektrod očištěno lékařským benzínem. Vnitřní, snímací, měřicí elektrody, byly umístěny v párech, jeden pár byl umístěn pod kloub kolenní pravé dolní končetiny na proximální část bérce, druhý pár byl umístěn na distální část bérce. Z každého páru elektrod vycházel jeden svod do jednoho konektoru impedance. Celkem bylo na měřenou dobrovolnici přiloženo šest elektrod, se čtyřmi svody, do dvou konektorů elektrické impedance. Vnější elektrody pouštějí do segmentu střídavý proud, vnitřní elektrody měří úbytek napětí proti napětí ve zdroji konstantního proudu, což při měnícím se odporu znamená kolísavé napětí. Z toho se dá odvodit okamžitá impedance segmentu mezi vnitřními elektrodami. Derivace okamžité impedance byla vykreslena na monitoru impeanční křivkou. S měnícím se objemem krve tekoucí v měřeném segmentu, se mění i derivovaná křivka impedančního přístroje na monitoru, v okamžiku, kdy se tato křivka na monitoru objeví je měřen systolický krevní tlak.

6.2 Sledované polohy

Testování dobrovolnic v jednotlivých pozicích I. až V.:

- I.** Leh klid = klid vleže na lůžku – poloha klidová
- II.** Ort 66° = stoj po pasivní vertikalizaci do 66 stupňů na sklopném lůžku – poloha pasivní vertikalizace
- III.** BE klid = klid v sedě na bicyklovém ergometru – poloha klidová na bicyklovém ergometru
- IV.** BE 1W/kg = zátěž 1W na kilogram tělesné hmotnosti na bicyklovém ergometru trvajícím 3 minuty, měřeno do 5 tepů po zastavení po zátěži v rovnovážném stavu intenzity – testování na bicyklovém ergometru se zátěží 1W na kg tělesné hmotnosti
- V.** BE 2W/kg = zátěž 2W na kilogram tělesné hmotnosti na bicyklovém ergometru trvajícím 3 minuty, měřeno do 5 tepů po zastavení po zátěži v rovnovážném stavu intenzity - testování na bicyklovém ergometru se zátěží 2W na kg tělesné hmotnosti

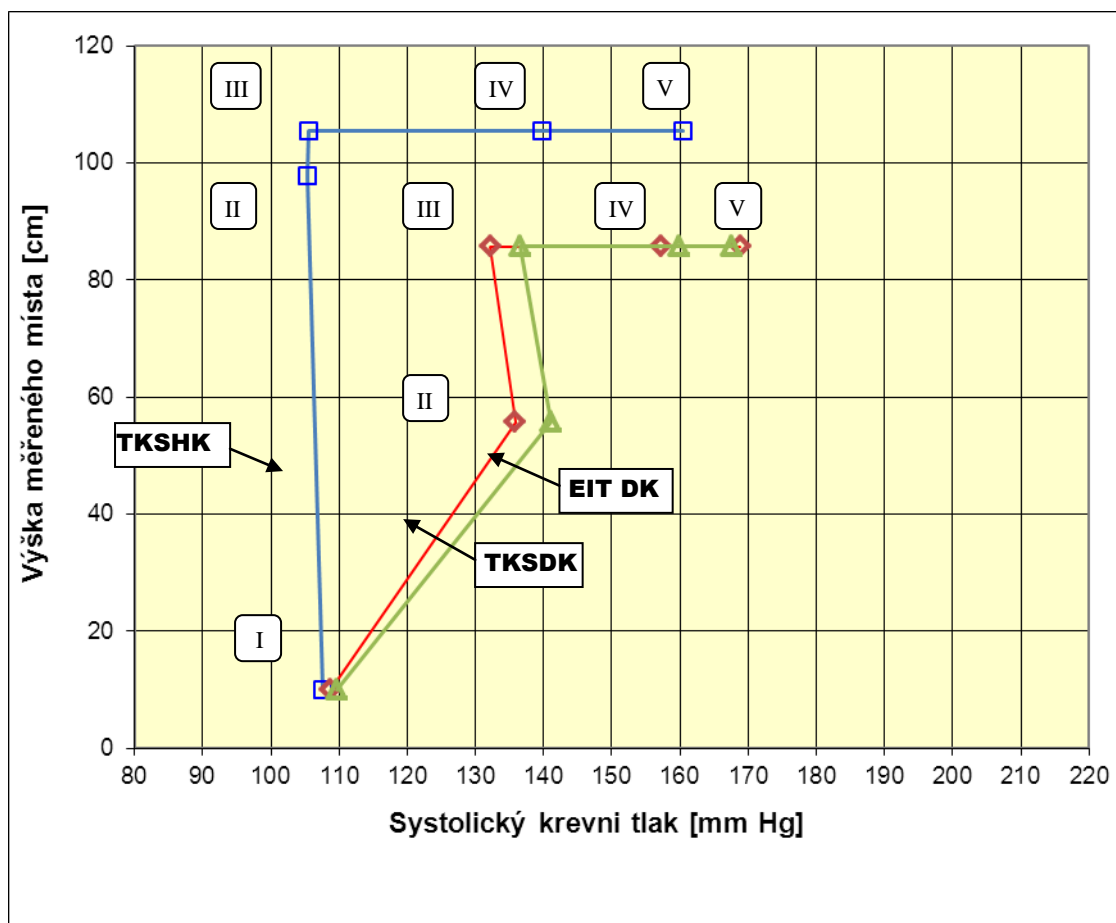
7. Výsledky výzkumu

Výsledky tělesné hmotnosti, výšky a orientačního antropometrického měření, které sloužilo k bližší charakteristice souboru, byly použity pro zpracování percentilových grafů indexu tělesné hmotnosti, Pásmo tzv. širší normy“ je nejčastěji vymezováno 3.-97.percentilem, kam patřilo 16 děvčat, pouze dívka č.9 percentil BMI 90-97 a dívka č.18 percentil BMI 3-10.

Výsledné hodnoty závislosti výšky měřeného místa krevního tlaku na horní končetině na arteria brachialis a na dolní končetině během experimentu ve všech sledovaných polohách z průměrovaných hodnot celé sledované skupiny, nám názorně ukazuje graf č.1. Pro polohu v klidu vleže jsem jako výchozí výšku měřeného místa zvolila 10 cm, a získané hodnoty měření jsou ve velice těsné blízkosti. Ve všech dalších sledovaných polohách jsou získané hodnoty naměřené na horní končetině vždy výše, oproti sledovaným hodnotám systolického krevního tlaku na končetině dolní a to jak auskultačně tak impedančně.

Graf 1

Graf systolického krevního tlaku [mm Hg] v závislosti na výšce měřeného místa [cm]



Legenda

I. poloha klidová

II. poloha pasivní vertikalizace

III. poloha klidová na bicyklovém ergometru

IV. testování na bicyklovém ergometru se zátěží 1W na kg tělesné hmotnosti

V. testování na bicyklovém ergometru se zátěží 1W na kg tělesné hmotnosti

TKS HK krevní tlak systolický měřený na horní končetině

TKS DK krevní tlak systolický měřený na dolní končetině

EIT DK krevní tlak systolický měřený na DK elektrickou impedanční technikou

Systolický krevní tlak (TKS), byl měřen třemi metodami:

TKS HK – systolický krevní tlak na horní končetině auskultačně

TKS DK – systolický krevní tlak na dolní končetině auskultačně

EIT DK – systolický krevní tlak na dolní končetině elektrickou impedanční technikou

Zajímala mne vzájemná závislost těchto tří metod měření systolického krevního tlaku, ve všech pěti polohách. Bylo nutné zjistit, zda všechny metody dávají přibližně stejné výsledky, jak úzce spolu souvisí, jak spolu korelují, jaká je mezi nimi závislost a zda je

tato závislost lineární a zda koeficient lineární regrese je roven 1. Každý stav byl sledován zvlášť. Nejprve byly z naměřených dat stanoveny korelační koeficienty. Hodnoty korelačních koeficientů jsou uvedeny v následující tabulce 1.

Tabulka 1

Tabulka korelačních koeficientů systolického krevního tlaku

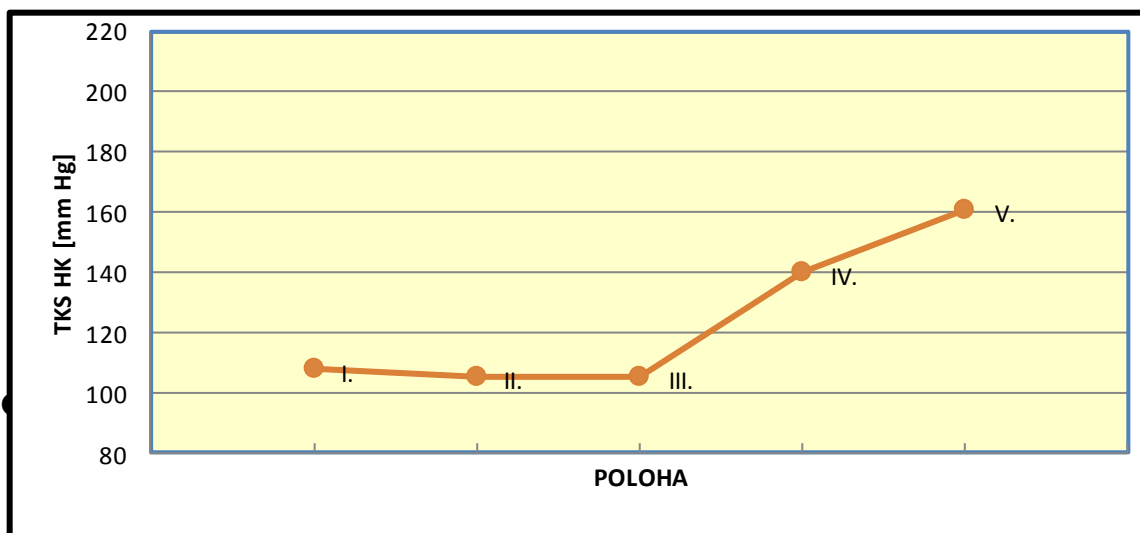
	<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	<i>V.</i>
<i>Korelační koeficienty TKS</i>	<i>Leh klid</i>	<i>Ort 66°</i>	<i>BE klid</i>	<i>BE 1W/kg</i>	<i>BE 2W/kg</i>
<i>Corr EIT x TKS HK</i>	0,584	0,281	0,561	0,743	0,692
<i>Corr EIT x TKS DK</i>	0,713	0,869	0,726	0,896	0,926
<i>Corr TKS HKxTKS DK</i>	0,833	0,201	0,719	0,635	0,655

Byly vykresleny grafy naměřených závislostí a proloženy příslušnými regresními přímkami konstruovanými z těchto odhadů. Pro lepší orientaci byly vytaženy jednotlivé regresní přímky a dány vždy do jednoho společného grafu podle závislostí vždy dvou jednotlivých metod měření. Nejtěsnější lineární vztah vyplynul, dle našich předpokladů z grafu regresních přímek TKS měřeného na DK auskultačně i impedančně, kde závislost jednotlivých regresních přímek je v nejužším vzájemném vztahu a jednotlivé přímky lineární regrese se překrývají.

Změny hodnot TKS v závislosti na poloze těla a stupni tělesného zatížení, jsou názorně zaznamenány v grafech 2,3,4. TKS stoupá úměrně s přidáním zátěže, vyšší hodnoty byly naměřeny na DK.

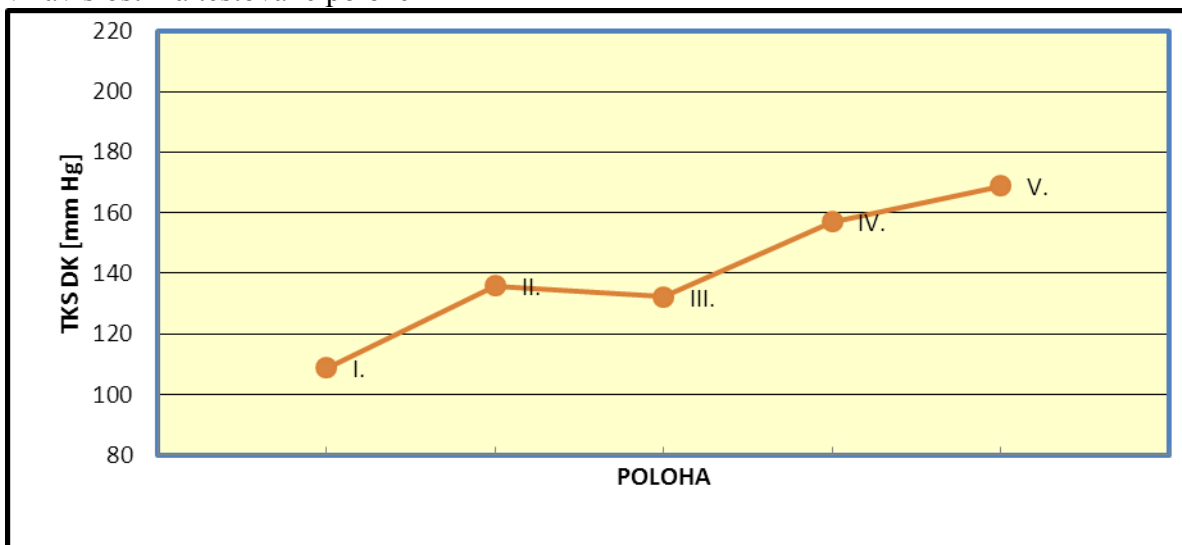
Graf 2

Graf systolického krevního tlaku měřeného auskultačně na horní končetině [mm Hg] v závislosti na testované poloze



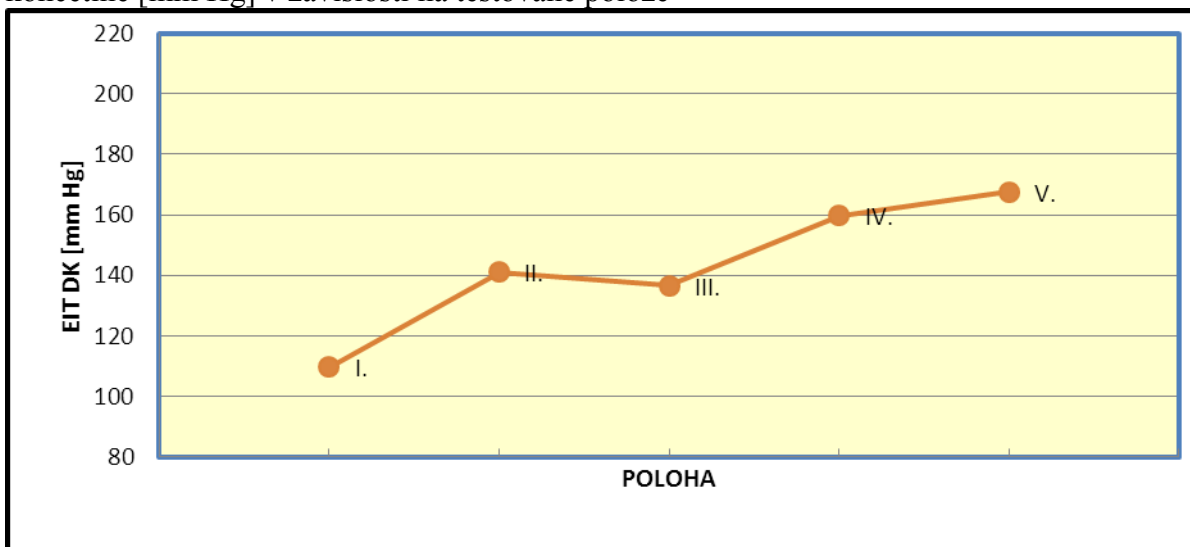
Graf 3

Graf systolického krevního tlaku měřeného auskultačně na dolní končetině [mm Hg] v závislosti na testované poloze



Graf 4

Graf systolického krevního tlaku měřeného elektrickou impedanční technikou na dolní končetině [mm Hg] v závislosti na testované poloze



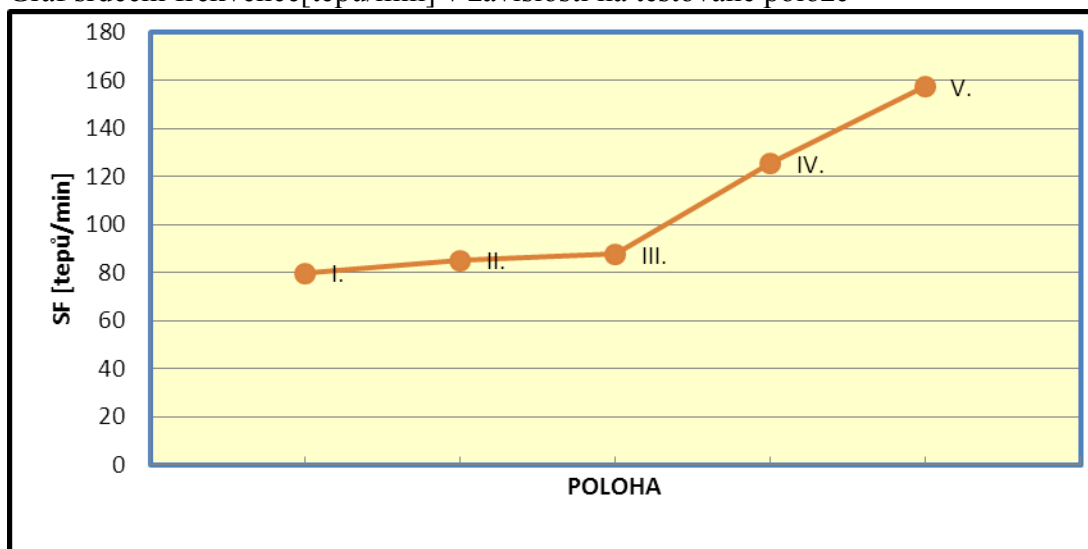
Legenda ke grafům 2-4

- I. poloha klidová
- II. poloha pasivní vertikalizace
- III. poloha klidová na bicyklovém ergometru
- IV. testování na bicyklovém ergometru se zátěží 1 W na kg tělesné hmotnosti
- V. testování na bicyklovém ergometru se zátěží 1 W na kg tělesné hmotnosti

SF se zvýšila u celé skupiny vlivem pasivní vertikalizace a vlivem stupňovaného zatěžování na BE došlo k dalšímu zvýšení hodnot SF, jak názorně ukazuje graf 5.

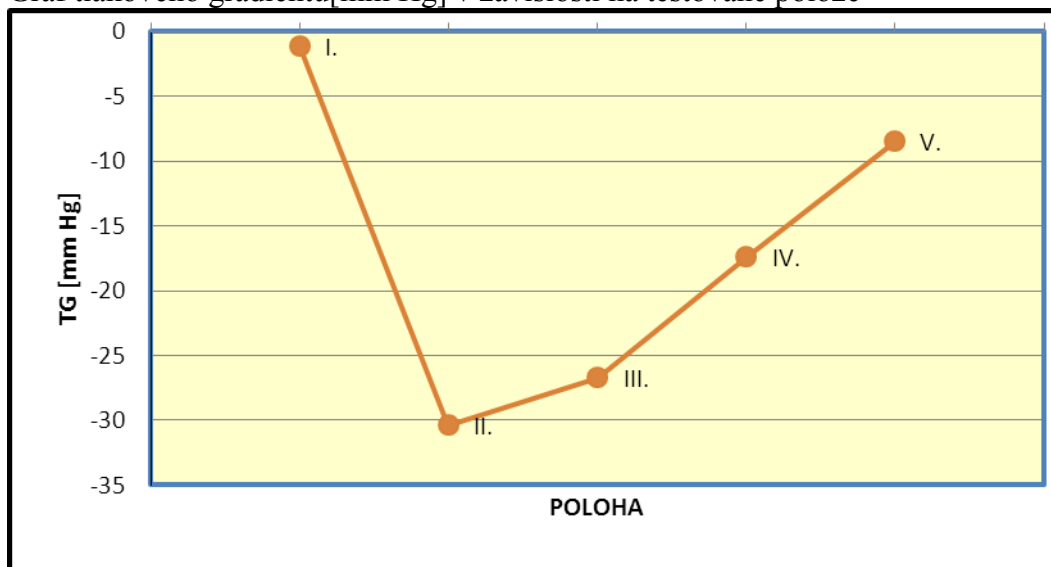
Graf 5

Graf srdeční frekvence [tepů/min] v závislosti na testované poloze



Graf 6

Graf tlakového gradientu [mm Hg] v závislosti na testované poloze



Legenda ke grafům 5,6

- I. poloha klidová
- II. poloha pasivní vertikalizace
- III. poloha klidová na bicyklovém ergometru
- IV. testování na bicyklovém ergometru se zátěží 1 W na kg tělesné hmotnosti
- V. testování na bicyklovém ergometru se zátěží 1 W na kg tělesné hmotnosti

Výpovědní hodnota tlakového gradientu byla definována jako střední hodnota tlakového gradientu \pm směrodatná odchylka TG pro jednotlivé polohy měření. Vlivem zátěže se hodnoty tlakového gradientu snižovaly a rozdíly na horní a dolní končetině se zmenšovaly úměrně s přidáním zátěže.

8. Závěr

Včasná diagnostika vrozených oběhových vad a jejich chirurgické řešení je prevencí ireverzibilního vývoje kardiálního přetížení a předčasného úmrtí.

Úspěšnému chirurgickému výkonu musí předcházet efektivně vedená diagnostika a zodpovědná indikace.

Dlouholeté zkušenosti Kliniky tělovýchovného lékařství prokázaly významnou roli diagnostiky při testování oběhových funkcí v různých zátěžových podmínkách, především při změnách polohy i při stupňovaném zátěžovém testu.

Pro posouzení stupně hemodynamické poruchy je nezbytné znát fyziologické reakce.

Výsledky testování u 12-13letých zdravých dívek potvrdily zvolené hypotézy. Závislost výšky místa měření na naměřených hodnotách systolického krevního tlaku byla prokázána vyššími hodnotami na dolní končetině oproti hodnotám na horní končetině a to jak metodou auskultační, tak i elektrickou impedanční technikou ve všech pěti sledovaných polohách těla.

Rozdílné přístupy měření systolického krevního tlaku auskultačně pomocí tonometru a elektrickou impedanční technikou na dolní končetině potvrdily velice těsný korelační vztah ve všech sledovaných polohách. Přímký lineární regrese se překrývají. Prokázala se velká podobnost naměřených hodnot.

Vlivem stupňované tělesné zátěže bicyklovou ergometrií 1W/kg a 2W/kg, se hodnoty systolického tlakového gradientu u zdravé populace, jak se předpokládalo, snižují.

Získané výsledky jsou důležité pro posouzení závažnosti vývojové hemodynamické vady při koarktaci aorty v zatěžkávacích podmínkách.

9. Souhrn

Cíl

Disertační práce byla pilotní studií, jejímž cílem bylo získání referenčních hodnot, nezbytných k posouzení stupně hemodynamických poruch při koarktaci aorty.

Metodika

Bylo testováno 18 zdravých 11-13letých dívek. Pro 5 sledovaných poloh bylo v průběhu jednoho roku provedeno 450 měření a získáno 2700 hodnot. Krevní tlak byl stanoven klasickou auskultační metodou na aa. brachialis a femoralis a na dolní končetině i elektrickou impedanční technikou. Sledovanými polohami byly: leh v klidu vleže na lůžku, stoj po pasivní semivertikalizaci do 66 stupňů na sklopném lůžku, klid vsedě na bicyklovém ergometru a poté zatížení 1W/kg a 2W/kg tělesné hmotnosti po dobu 3 min.

Výsledky

Potvrdilo se, že systolický krevní tlak je závislý na výšce měřeného místa. Byly naměřeny vyšší hodnoty na dolní končetině jak metodou auskultační, tak i elektrickou impedanční technikou, a to ve všech pěti sledovaných polohách těla.

Disertační práce potvrdila předpokládané rozdíly v oběhové odpovědi. U zdravé populace byl systolický tlakový gradient nižší než u pacientů s koarktací aorty a při stupňované tělesné zátěži se snižoval, zatímco u pacientů s koarktací aorty se dále zvyšuje.

Závěry

Získané výsledky mají význam pro zátěžovou diagnostiku posuzující závažnost vývojové poruchy. Změny reziduálního tlakového gradientu jsou rozhodující indikací k operaci.

Klíčová slova: *BMI, koarktace aorty, systolický krevní tlak, tlakový gradient, zátěžové testování*

Summary

Goal

This is a pilot study to get reference figures for evaluation of relevancy of hemodynamic development disorders.

Methods

18 healthy girls aged from 11 to 13 were tested. In total 450 measurements were carried out and 2700 figures were measured within 1 year. Blood pressure was measured on arteria brachialis and femoralis, supplemented by electric impedance technology on lower limb. The following positions were measured: standstill lying down on a bed, stand after passive semiverticality up to 66 degrees on a folding bed, standstill seat on a bicycle ergometer and load of 1W/kg and 2W/kg of body weight for 3 minutes.

Results

It was proved that pressure gradient is dependent on the height of measured point. Blood pressure on lower limbs showed higher figures in comparison with upper limbs-both methods (auscultatory and electric impedance technology) confirmed that. This thesis confirmed the differences in circulation reactions. The systolic pressure gradient among healthy population was lower than among patients with coarctation of aorta and during the physical load was decreasing, but among patients with coarctation of aorta was increasing.

Conclusions

The results are important for diagnostics examinations of evolutionary defects. Changes of residual pressure gradient are essential indication for operation.

Key words : *BMI, coarctation of aorta, systolic blood pressure, pressure gradient, load testing*