

Základní tělesná vyšetření (2. LF UK)

ZADÁNÍ ÚLOHY

1. Vyšetření pulsu (BPM = Beats per minute) a tlaku krve (TK) v klidu
 - a) palpací na zápěstí a rtuťovým tonometrem
 - b) automatickým tonometrem
2. Fyzická zátěž vyšetřované osoby
3. Vyšetření BPM a TK automatickým tonometrem:
 - a) Bezprostředně po zátěži
 - b) 2 minuty po zátěži
 - c) 4 minuty po zátěži
4. Výpočet tělesného povrchu (BSA = Body Surface Area) a BMI (Body Mass Index)
5. Diskuse: analyzujte souvislosti mezi určenými hodnotami krevního tlaku, tělesnou výškou, hmotností, BSA, BMI a variabilitou srdeční frekvence
6. Závěr: Krátké vyjádření tělesné kondice vyšetřované osoby

TEORETICKÝ ÚVOD

Krevní tlak

Krevní tlak neboli *tlak krve (TK)* je tlak, kterým působí krev na stěnu cévy, kterou protéká. Je vytvářen působením srdce jako krevní pumpy a souvisí se stavbou a funkcemi krevního oběhu. V různých částech krevního řečiště je různý, ale běžně se tlakem krve míní arteriální krevní tlak, tedy tlak krve ve velkých tepnách. Zvláště ve velkých cévách se mění v závislosti na čase.

- **Systolický tlak** je měřený při stahu komor a je určen převážně srdečním výkonem.
- **Diastolický tlak** je měřený při uvolnění komor a je určen odporem v periferních cévách.

Při lékařském měření se krevním tlakem označuje tlak měřený v horní části paže (v pažní tepně). Zaznamenáváme-li průběh tlakových změn přímou metodou, můžeme ze zaznamenané křivky odečíst maximální hodnotu v průběhu jednoho tepu – tlak systolický (TKs) a odpovídající minimální hodnotu – tlak diastolický (TKd). Z těchto dvou hodnot se dá zjistit tlaková amplituda ($TKa = TKs - TKd$) a hodnota středního tlaku ($TKm = 2/3TKd + 1/3TKs$).

Jako jednotka krevního tlaku se používá torr (mmHg). Převodní vztahy:

- 1 torr = 0,133 kPa
- 1 kPa = 7,5 torr

Klasifikace jednotlivých kategorií krevního tlaku podle WHO

kategorie	tlak systolický (TKs) [mmHg]	tlak diastolický (TKd) [mmHg]
normální tlak	100-140	60-90
hraniční hypertenze	140-160	90-95
hypertenze	>160	>95
hypotenze	<100	<60

Měření krevního tlaku

- metodou *přímou* (invazivní), např. pomocí katetru spojeného s membránovým snímačem, tlakový signál se převede na elektrické napětí a registruje se
- metodou *nepřímou* např. rtuťovým tonometrem, automatickým tonometrem atd.

Rtuťový tonometr a fonendoskop se používají při zjišťování hodnoty krevního tlaku poslechem (auskultační) metodou. Manžetu tonometru ovineme okolo paže (dolní okraj asi 2-3 cm nad loketní jamkou, ventilek u balónku je uzavřen), a nafoukneme na cca 180-200 torr. Manžeta tak představuje uměle vytvořenou překážku krevnímu průtoku. Puls je při nafouknuté manžetě nehmotný. Postupným pomalým snižováním tlaku v manžetě v určitém okamžiku dojde k obnovení průtoku krve místem obstrukce. Tlak v manžetě však způsobí deformaci tepny, v níž se změní původní laminární proudění krve na turbulentní a fonendoskopem přiloženým nad a. radialis slyšíme srdeční ozvy (tzv. Korotkovovy fenomény). V okamžiku záchytu prvního Korotkovova fenoménu a zachycení pulsu odečítáme TKs. Ozvy jsou slyšitelné do té doby, dokud tlak v manžetě postačuje k deformaci tepny a tím k udržení turbulentního proudění. Jakmile tlak v manžetě poklesne natolik, že již nestačí tepnu deformovat, obnoví se původní laminární proudění a Korotkovovy fenomény přestanou být slyšitelné. Tento okamžik odpovídá hodnotě TKd. Manžetu musíme před opětovným nafouknutím zcela vypustit, protože zbylý vzduch způsobuje stagnaci krve v cévách (tzn., zvyšujeme TKd).

Digitální tonometr je založen na oscilometrickém principu. Sonda umístěná v manžetě vyhodnocuje změny elektrického pole, které jsou způsobeny pohybem komprimované cévní stěny je-li komprese vyšší než diastolický a nižší než systolický tlak. Protože změny elektrického pole může vyvolávat i každý kosterní sval, není možné tuto metodu použít u lidí trpících svalovým třesem nebo u dětí, které jsou neklidné.

BSA

BSA = Body Surface Area (tělesný povrch)

Stanovování tělesných proporcí má význam pro zařazení jedince do různých skupin dle somatotypu (leptosomní, mesosomní, pyknici). K přesnému zařazení je třeba změřit rozměry různých částí organismu (např. tělesná výška, délka trupu, končetin, šířka v ramenou, rozměry na lebce, na více místech tloušťka kožní řasy, tělesná hmotnost). Při dlouhodobém sledování jedince je pak možno posoudit jeho vývoj. Sledováním těchto parametrů u velkých skupin obyvatelstva se zabývá antropologie.

Tyto studie jsou významné, protože umožňují:

- stanovení obecně platných biologických zákonitostí na lidském organismu, zvláště zákonitostí růstu a vývoje
- posouzení zdravotního stavu a vývoje jedince hlavně v období růstu a vývoje
- znalost tělesných proporcí pro průmyslovou výrobu (ergonomická hlediska).

V praxi je u jedince nejčastěji měřena tělesná výška a hmotnost, z nichž se stanoví pomocí nomogramů či výpočtem podle vhodného vzorce povrch těla (tělesný povrch, anglicky Body surface area, BSA).

Tato veličina se pak v praxi používá například:

- pro výpočet optimálních dávek léků, například při chemoterapii (nyní vzhledem k trendu personalizace medicíny je snaha o dodatečnou úpravu dávky s ohledem na individualitu pacienta- tj. omezená využitelnost BSA v případě extrémních proporcí pacienta- př. výška, váha. V těchto případech je doporučeno užít místo BSA výpočet BMI)
- pro přepočet fyziologických hodnot (dechové objemy, spotřeba O₂ a výdej CO₂, energetická bilance organismu, biochemické hodnoty) na 1 m² tělesného povrchu, resp. 1,73 m² u standardního jedince
- srdeční index (podíl **srdečního výdeje** a BSA) – snižuje se při srdeční insuficienci a selhání, zvyšuje se u stavů spojených s hyperkinetickou cirkulací (např. horečka, anémie, arteriovenózní zkratky, avitaminóza B1 apod.)
- dávkování glukokortikoidů
- výpočet povrchu těla při popáleninách

Nejnovější studie používají k určení BSA 3D laserové techniky, což umožní otestování podstatně více subjektů. Existuje mnoho vzorců pro výpočet BSA dospělých. Vysoký počet těchto vzorců a jejich variabilita vznikla v důsledku potřeby individualizace lékařské péče. Zásadní je úprava výpočtu BSA pro určení dávky léčiva (iv podání) při chemoterapii, chronické hepatitidě B, atd. Ve většině případů se stále používá k určení BSA vzorec dle bratrů DuBoisových. Nicméně řada studií prokazuje, že je zde trvalá nutnost zpřesnění a personalizace výpočtu BSA vzhledem k závažným důsledkům v případě nesprávně určené dávky léčiva vypočtené na základě BSA.

Pro alternativní vypočtení je vypracován nomogram pro odečtení hodnot tělesného povrchu, výšky a hmotnosti.

Dospělý

Dítě

V následujících tabulkách jsou uvedeny průměrné hodnoty BSA pro různé věkové skupiny a podílu částí těla na základě tělesného povrchu.

Průměrné hodnoty BSA

kategorie	BSA 1m ²
novorozenci	0,25
děti (2 roky)	0,5
děti (9 let)	1,07
děti (10 let)	1,14
děti (12-13 let)	1,33
dospělí muži	1,9
dospělé ženy	1,6

Odhad podílu částí těla na základě tělesného povrchu

	dospělí	děti	kojenci
hlava	9 %	14 %	18 %
trup	18%	18%	18%
záda	18 %	18 %	13% + 5 % hýždě
obě horní končetiny	18 %	18 %	18 %
obě dolní končetiny	36 %	32 %	28 %

BMI

BMI = Body Mass Index

BMI je číslo používané jako indikátor podváhy, normální tělesné hmotnosti, nadváhy a obezity, umožňující statistické porovnávání tělesné hmotnosti lidí s různou výškou. Výslednou hodnotu je nutné interpretovat v závislosti na věku a pohlaví, protože zatímco hodnota BMI=23 znamená ve věku 10 let obezitu, tak ve věku 15 let jde již o standardní hodnotu. Stejně tak je potřeba upravit interpretaci pro obyvatele Asie (jiná stavba těla) a sportovce (BMI nedělá rozdíl mezi obsahem tuku a svalů)

BMI spočítáme jako hmotnost vyšetřované osoby v kilogramech vydělenou druhou mocninou její výšky v metrech.

Tabulka hodnot BMI:

Kategorie	Rozsah BMI [kg/m ²]
těžká podvýživa	≤ 16,5
podváha	16,5–18,5
ideální váha	18,5–25
nadváha	25–30
obezita prvního stupně	30–35
obezita druhého stupně	35–40
obezita třetího stupně	> 40

PRAKTICKÁ ČÁST

Před zahájením vyšetření

- Otevřeme si šablonu protokolu Základní_vyšetření_CZ.ots v tabulkovém procesoru *LibreOffice Calc*.
- První list: *Instrukce* pro vyplňování (stejný u všech protokolů)
- Druhý list: *Titulní strana* – vyplníme před vlastním vyšetřením. Nezapomeňte zaznamenat mikroklimatické podmínky.
- Třetí list: *Základní vyšetření* – vyplníme údaje o vyšetřované osobě (věk, pohlaví, hmotnost, krátká osobní (OA) a rodinná anamnéza (RA), zejména s ohledem na výskyt a rizikové faktory kardiovaskulárních onemocnění – kouření, obezita, nedostatek pohybu apod.) Není-li anamnéza významná, napíšeme do políčka 0.
- Protokol si uložíme s názvem *Fyzio-ZTV* a číslo vašeho pracovního týmu.

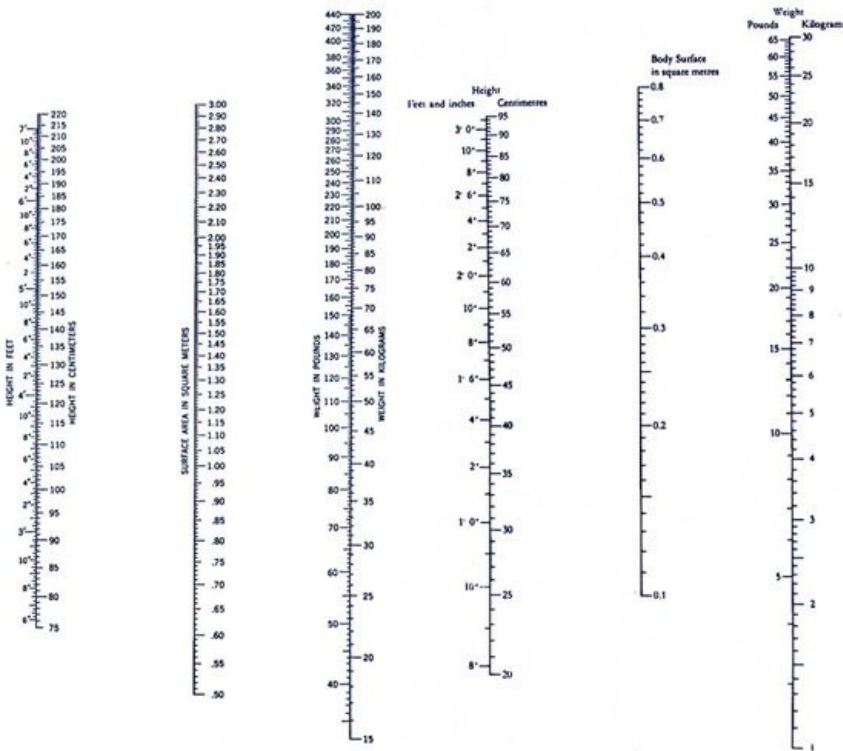
Měření pulsu a krevního tlaku

Obecné poznámky k vyšetření krevního tlaku

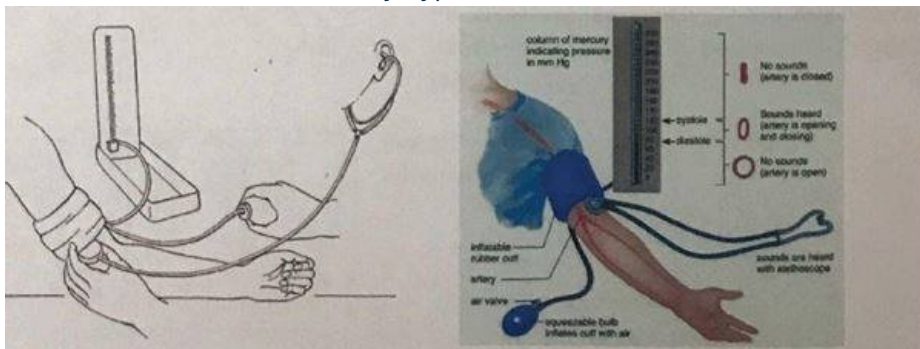
- Vyšetřovaná osoba musí být ve fyzickém i psychickém klidu. S měřením tlaku lze začít nejdříve 5-10 minut po zklidnění pacienta (pokud se nejedná o zátěžové vyšetření). Půl hodiny před vyšetřením by neměla kouřit nebo pít kofein a alkohol.
- Nejvhodnější je měřit TK na odhalené paži. Manžeta by měla být přiložena na paži, aby ji těsně obepínala a aby prostředek gumového vaku manžety přiléhala na pažní tepnu.
- Při měření nesmíte hýbat s manžetou, ani se nadměrně rozptylovat.
- V případě pochyb měření opakujte (interval mezi měřeními musí být alespoň 30 sekund).

Postup práce

1. Změřte vyšetřované osobě tepovou frekvenci pohmatem na předloktí na a. radialis. Měření provádějte 15 sekund a poté přepočítejte na počet tepů za minutu.
2. Změřte vyšetřované osobě krevní tlak pomocí rtuťového tonometru a fonendoskopu.
 - Tlak v manžetě je třeba zvýšit tak, aby na počátku měření převyšoval tlak v tepně cca o 40 mmHg. Pokud neznáte hodnotu Vašeho krevního tlaku, použijte 180 mmHg. Nepřesáhněte hodnotu 250 mmHg.



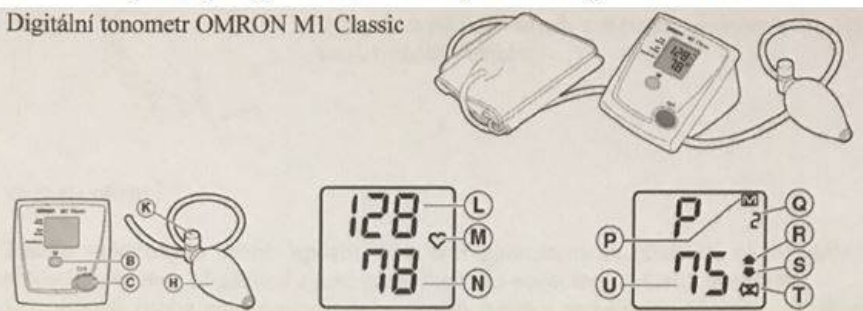
- Postupně upouštějte ventilem vzduch, až fonendoskopem zaznamenáte slyšitelné srdeční ozvy (tzv. Korotkovovy fenomény). Tato hodnota tlaku odpovídá hodnotě systolického krevního tlaku.
- Okamžik, kdy tlak v manžetě poklesne natolik, že ozvy přestanou být slyšitelné, odpovídá hodnotě diastolického krevního tlaku.
- Před dalším měřením z manžety vypustíte vzduch.



3. Změřte vyšetřované osobě krevní tlak pomocí digitálního tonometru.

3. Na pravé paži proveďte měření pomocí digitálního tonometru.

Digitální tonometr OMRON M1 Classic



B vyvolání z paměti

C on/off

H balonek

K uvolnění tlaku

L krevní tlak systolický

M symbol ♥:

bliká — probíhá měření

svítí — měření ukončeno

N krevní tlak diastolický

P paměť

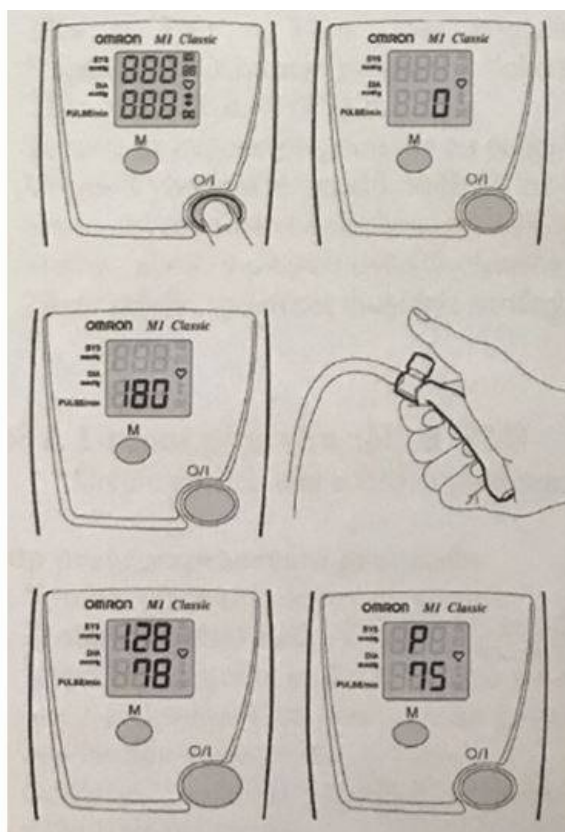
Q pozice v paměti

R nafukování manžety

S vypouštění vzduchu

T sign. výměny baterií

U puls (tep za min)

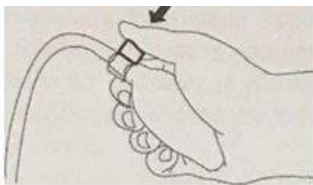


Po zapnutí přístroje, vyčkejte hodnoty O a symbolu ♥.

Nafukujte manžetu, cca 40 mmHg nad normální krevní tlak. Pokud neznáte hodnotu tlaku, použijte 180mm Hg. Nepřesáhněte hodnotu 300 mmHg.

Po dosažení správného nahuštění pusťte nafukovací balonek a ponechte ho volně ležet.

Odečtěte a запиšte naměřené hodnoty krevního tlaku a pulsu.



Po skončení měření a odečtení zobrazených hodnot vypustíte veškerý vzduch z manžety podržením tlačítka pro uvolnění vzduchu. Vypněte přístroj.

4. Vyšetřovaná osoba nyní provede definovanou *fyzicky namáhavou činnost*, např.:
 - 30 dřepů během jedné minuty v předpažení.
 - minuta šlapání na ergometru při zátěži 100 W
5. Bezprostředně poté změřte tepovou frekvenci a krevní tlak (digitálním tonometrem). Naměřené hodnoty tepové frekvence a krevního tlaku zapisujte bezprostředně po každém měření přímo do tabulky. Měli byste být již natolik zruční, abyste vyšetření dokázali provést dostatečně rychle.
6. Stejně měření proveďte *2 minuty* po zátěži
7. Stejně měření proveďte *4 minuty* po zátěži

BSA a BMI

1. Odečtěte hodnotu tělesného povrchu z přiloženého nomogramu, odvozeného z DuBoisova vzorce.
2. Porovnejte vypočtené hodnoty navzájem s hodnotou odečtenou z nomogramu. Rozmyslete, jaká přesnost výsledku je přiměřená. (Při stejné hmotnosti a výšce se tělesný povrch může změnit např. uvolněním svalů, naopak změna hmotnosti nemusí vést ke změně tělesného povrchu).
3. Vypočtěte hodnotu BMI (body mass index, tj. poměr hmotnosti v kg a druhé mocniny výšky v metrech).
4. Posuďte získanou hodnotu BMI podle tabulky v teoretickém úvodu.

Zpracování protokolu

- Hodnoty do protokoly zapisujeme průběžně
- K hodnotám, uvedeným v torrech, dopočítejte příslušné hodnoty v kilopascalech. Výsledky přepočtu uvádějte na tolik platných míst, aby přesnost výsledku v kPa řádově odpovídala přesnosti měření v torrech.
- Vypočtěte tlakovou amplitudu TKa a střední tlak TKm. $TKa = TKs - TKd$, TKs představuje tlak systolický, TKd tlak diastolický. Střední tlak TKm není průměrem tlaku systolického a diastolického! $TKm = \frac{2}{3} TKd + \frac{1}{3} TKs$.

Diskuse a závěr

Diskuse:

- Vyhodnoťte rozdíl měření v klidu při měření rtuťovým a digitálním tonometrem.
- Uveďte způsob provedení tělesné zátěže, jak ji vyšetřovaná osoba zvládala a jak na ni reagovala.
- Zaměřte se zejména na porovnání hodnot krevního tlaku s hranicí WHO, změny TK a tepu po zátěži a průběh návratu ke klidovým hodnotám.
- Pokuste se najít souvislosti mezi hodnotami krevního tlaku, tělesnou výškou, hmotností, BSA a hranicemi hodnot pro BMI.
- Uveďte všechny další podstatné okolnosti vyšetření.

Závěr:

- musí být stručný, jasný a výstižný
- několika slovy charakterizuje tělesnou kondici vyšetřované osoby

Související stránky

- **Portál:Biofyzikální praktikum (2. LF UK)**