

Antropometriai mérések

I. A gyakorlat célja

A gyakorlat célja, hogy a hallgatók elvégezzenek néhány, az orvosi gyakorlat szempontjából is fontos antropometriai mérést, ill. megismerjék az ezekhez kapcsolódó legfontosabb leszámaztatott mutatókat. Az egyszerű tömeg- és hosszúságmérési feladatok végrehajtása, valamint a leszámaztatott mennyiségek kiszámítása lehetőséget nyújt az orvosi mérések néhány kérdésének megvilágítására (mintavételezési gyakoriság, pontosság, reprodukibilitás stb), továbbá arra, hogy a hallgatók tájékozódjanak a mérési hibák jellegéről, a hibák korrekciójának lehetőségéről, valamint elsajátítsák a jegyzőkönyvezés legfontosabb alapelveit.

II. Elméleti háttér

A. Az antropometria és a mérés

Az antropometria az ember fizikai méreteivel foglalkozó tudományág. Az antropológia segédtudományaként fejlődött ki, de alkalmazza az orvostudomány és az ergonómia is.

Az ergonómia az a tudománycsoport, amely az emberi adottságoknak megfelelő munkaeszközök, tárgyak, munkakörnyezet kialakításával kapcsolatos ismereteket tárja fel azért, hogy az ember a teljesítőképeségét a legmagasabb fokon kifejthesse, továbbá hogy az ember kényelmét, biztonságát, egészségének megőrzését biztosítsa.

Az antropometriát az orvostudomány számos ága (gyermekgyógyászat, endokrinológia, igazságügyi orvostan stb). használja. Jelentősége napjainkban a metabolikus zavarokkal összefüggő betegségek (elhízás, cukorbetegség stb.) kockázatának megítélésében, ill. a táplálkozási rendellenességek nyomon követésében is egyre nő. Az antropometriai módszerek folyamatosan fejlődnek: a fizikai testméretek meghatározása mellett ma már rendelkezésre állnak olyan eszközök is, amelyekkel nagy pontossággal megbecsülhetők az emberi test legfontosabb összetevői (folyadék, zsír stb).

Az orvosi tevékenység szinte minden fázisa során méréseket végzünk annak érdekében, hogy az életfolyamatok jellemző paramétereit számszerűsítve, azokkal összehasonlításokat tehessünk. Az összehasonlítás alapját leggyakrabban az egészséges populáció jellemző értékei képezik, de nagyon gyakori a saját korábbi értékekkel történő összevetés is. A mérések tehát az orvosi tevékenység mindennapos részét képezik.

A mérés során a vizsgált személy a lehetőségekhez képest jól definiált környezetben van (rendelő, kórterem, speciális mérőfülke – ahol fontos a neutrális hőmérséklet, a jó megvilágítás és szellőzés stb.). A mérés során mérőeszközt használunk, amikor is egy mérési eljárással meghatározzuk a vizsgált páciens (test, esemény) jellemző X fizikai mennyiségének a mérőszámát $\{X\}$, az adott mértékegységben $[X]$ a mérési körülmények által meghatározott számú értékes jegyre.

A mérési folyamat három fő eleme a mérendő objektum, a mérési eljárás és a mérési eredmény.

A mérőeszköz a mérési eljárást realizálja, a mérendő objektumból származó mennyiségeket átalakítja, tartalmazza a méréstől elválaszthatatlan „skálainformációt”.

A mérőműszerek tulajdonságai és így pontosságuk a használat során változik. Időszakos ellenőrzésük és minősítésük szükséges, jó néhány esetben jogsabályok teszik ezt kötelezővé.

A kalibrálás olyan műveletek összessége, amely egy műszer által mutatott számértéknek (X_m) és a mért mennyiség ezekhez tartozó helyes értékének (X_p) meghatározására szolgál. A kalibrálás során a vizsgált műszert egy másik, független műszerrel, mérési módszerrel hasonlítjuk össze.

B. A mérési hiba

A hibaszámítás részletes tárgyalása meghaladja mostani lehetőségeinket és szükségleteinket, de az alábbiakban elemi gyakorlati ismereteket közlünk.

A legfontosabb megállapítás, hogy minden mérés rendelkezik valamilyen hibával.

Hiba: a mért adat (X) és a valódi érték (M) különbségének abszolút értéke.

Lehetséges hibaforrások:

- Szisztematikus (rendszeres) hiba. Olyan hiba, amely megjósolhatóan bekövetkezik (ugyanakkora értékkel), ha a mérőműszert adott módon használjuk. Pl. nem pontosan készítették el a vonalzót, pontatlanok a műszer áramköri elemeinek értékei, vagy a mérőrúd 0 és a padlóburkolat nincs azonos szinten, stb. A szisztematikus hiba értéke megjósolható, rendszerint konstans vagy a valódi értékkel arányos.

Megjegyzés: A rendszeres hibák okai elvileg felismerhetők, velük megfelelően korrigálható a mérési eredmény, vagy megszüntethető a hibaforrás.

- Véletlen hiba / zaj. A berendezések működését külső, előre nem látható események befolyásolhatják, mint pl. az épület remegése, a hálózati feszültség ingadozása, stb.

A hibák mindegyikét nem lehet kiküszöbölni, mértéküket számon kell tartani, hogy megtudjuk, mennyire pontos a mérési eredmény.

A véletlen hibák nagysága és előjele is változik, emiatt a nyers mérési eredményeink nem korrigálhatók. A véletlen hibák hatása úgy mérsékelhető, hogy sorozatmérést végzünk, vagyis ugyanazt a mérendő mennyiséget, ugyanazokkal a műszerekkel, változatlan külső körülmények között többször egymás után meghatározzuk. A mérési sorozat alapján megállapítható a mért mennyiség helyes értékének becslése (többször a mért értékek átlagát tekinthetjük a helyes értéknek).

Mérési eredményeink csak akkor válhatnak felhasználhatóvá a gyakorlati életben, ha tudjuk, hogy az adott eredmény mekkora pontossággal teljesül, illetve milyen határok között vehető figyelembe. Ez az oka annak, hogy a mérési eredményhez meg kell adni a hibakorlátot is.

A mérési hiba mértéke kifejezhető:

- abszolút hiba, vagy
- relatív hiba formájában.

A mérés abszolút hibájának az X mért értékeknek a valós (vagy gyakran a többször ismételt mérések átlagaként kapott) R értéktől mért legnagyobb eltérését nevezzük, azaz

$$\Delta = X - R$$

Előfordulhat, hogy a mérőeszköz pontatlansága miatt hiába végzünk több mérést, mindig ugyanazt az eredményt kapjuk. Ebben az esetben az abszolút hibát a mérőeszköz pontossága, pontosabban szólva a mérőeszköz legkisebb egysége adja. Pl. egy 2 m-es szakaszt mérőszalaggal többször megmérve mindig 2 m az eredmény, itt az abszolút hibát a mérőeszköz legkisebb egysége - ha mm-es beosztású, akkor 1 mm - határozza meg.

Persze az abszolút hiba nem jellemzi jól a mérés pontosságát, hisz pl. a $3\text{ m} \pm 3\text{ mm}$ ugyanakkora abszolút hibát jelent, mint a $3\text{ cm} \pm 3\text{ mm}$, holott 3 m -t 3 mm -es pontossággal megmérni nyilván nagyobb pontosságot jelent, mint 3 cm -t 3 mm -es pontossággal megmérni. Ezért aztán a mérési pontosságot az abszolút hiba helyett a relatív hibával szokás jellemezni. A relatív hiba azt adja meg, hogy a mérés abszolút hibája hányad része a „pontos” értéknek, azaz

$$\delta = \frac{X - R}{R} \cdot 100\%.$$

A fenti képletekben föltételeztük, hogy a mennyiség valódi értéke, R , ismert. Leggyakrabban nem ez a helyzet: a valódi értéket a mérési eredményeink alapján kell megbecsülnünk. Ugyanazt a mennyiséget többször megmérjük (minél több mérést végzünk, annál kisebb lesz a mérés bizonytalansága), és a statisztika eszköztárát használva következtetünk a mért értékre. A valódi érték legjobb becslése az X_i mérési eredmények *átlagértéke*:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i,$$

ahol N jelöli a mérések számát. A mérés hibáját a *szórásból* származtatjuk. A szórás az adatok átlagérték körüli szóródásának mértéke:

$$\sigma_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}.$$

A mérés eredményét szabatosan az ún. *konfidenciaintervallummal* szokás megadni: ez az az intervallum, amely a valódi értéket adott valószínűséggel tartalmazza. Ezt a valószínűséget *konfidenciaszintnek* nevezzük. Ily módon a mérési eredmény az alábbi alakban összegezhető:

$$\bar{X} - \Delta X < X < \bar{X} + \Delta X,$$

vagy tömörebb alakban

$$X = \bar{X} \pm \Delta X,$$

ahol ΔX a mérés hibáját jelöli. A ΔX hiba a szórásból számítható; értéke a konfidenciaszinttől (minél nagyobb megbízhatósággal akarjuk egy adott intervallumba beszorítani a mért mennyiség valódi értékét, annál szélesebb intervallumot kell vennünk) és a mérések számától függ. Ha N darab mérést végzünk, a mérési hiba

$$X = \bar{X} \pm \frac{\lambda \sigma}{\sqrt{N}},$$

alakban adható meg, ahol λ a konfidenciaszinttől függő paraméter, amelynek értékét leggyakrabban a megfelelő táblázatból vesszük. A σ szórás értéke vagy ismert (pl. amikor a statisztikus hibát a mérőműszer okozza, és a mérőműszer adatlapjában szerepel a szórás értéke), vagy pedig a fenti képlettel kell az empirikus szórás értékét meghatározni. A λ paraméter értékét a mérési adatok föltételezett eloszlásából számítjuk statisztikai eszközökkel; ennek részleteire itt nem térünk ki.

Külön probléma, hogy ha hibával rendelkező adatból számolunk valamit, mi lesz a kiszámolt érték hibája. (Pl. ha egy kocka élhosszúságát adott hibával mérjük, akkor mekkora bizonytalansággal tudjuk meghatározni a kocka térfogatát?) Ez az ún. hibaterjedés problémája. A származtatott érték hibájának meghatározására a kalkulus eszköztára ad lehetőséget; a részleteket itt nem ismertetjük.

III. Elvégzendő alpmérések:

A csoport minden tagja mérje meg a csoport minden tagjának:

1. testmagasságát
2. csípőkörfogatót (kerület)
3. derékkörfogatót (a köldök felett kb. 2–3 haránt ujjnyira mért kerület)
4. testtömegét

IV. Számítási feladatok:

A. Metabolikus mutatók

1. Testtömegindex

A testtömegindex, más néven Quetelet-index (angolul: *body mass index*, rövidítve BMI) egy mérőszám, mely az egyén testmagasságát és tömegét veti össze. Kiszámítása során a kilogrammban megadott testtömeget osztják a méterben mért testmagasság négyzetével.

$$\text{BMI} = \frac{\text{testtömeg [kg]}}{\text{testmagasság}^2 \text{ [m}^2\text{]}}$$

Számítsa ki saját testtömegindexét! Hány tizedesjegyre érdemes megadni az eredményt? Mekkora a kapott eredmény hibája?

Mivel könnyű kiszámolni, a BMI-t széles körben alkalmazzák a túlsúlyosság felmérésére a lakosság körében, ugyanakkor például sportolóknál – akik az átlagosnál nagyobb zsírintes izomtömeggel rendelkeznek – a szám torzíthat és indokolatlan esetben is túlsúlyt jelezhet. Ugyan a BMI széles körben használt, de más mutatókat is használnak a metabolikus zavarok jellemzésére.

Testtömegindex (kg/m ²)	Testsúlyosztályozás
< 16	súlyos soványság
16 – 18,49	soványság
18,5 – 24,99	normális testsúly
25 – 29,99	túlsúlyos
30 – 34,99	I. fokú elhízás
35 – 39,99	II. fokú elhízás
≥ 40	III. fokú (súlyos) elhízás

2. Derékbőség

Az IDF (International Diabetes Federation) ajánlása szerint európai népességen a centrális elhízással járó rizikók már jelentkeznek, ha a derékbőség férfi esetén > 94 cm, nő esetén > 80 cm.

Nem	Fokozott kockázat	Magas kockázat
Férfiak	> 94 cm derékkörfogató	> 102 cm derékkörfogató
Nők	> 80 cm derékkörfogató	> 88 cm derékkörfogató

3. Derék-csípő hányados meghatározása

A derékkörfogat és a csípőkörfogat elosztásával kapott érték.

Egyes megalapozott vélemények szerint a derék-csípő arány sokkal jobban tükrözi szívünk egészségi állapotát, mint a BMI, vagy a önmagában a derékbősség. Amennyiben meghaladja nők esetében a 0,85-öt, férfiak esetében a 0,90-et, akkor fönnáll a centrális elhízás kockázata.

B. Testfelszín meghatározása

Számos gyógyszer metabolizmusa erős korrelációt mutat a test felületével. A legtöbb kemoterápiás készítménynél az alkalmazott mennyiséget a testfelület függvényében számítják ki. Ezért tisztában kell lennünk a testfelület (BSA: body surface area) kiszámításának módjaival.

1. Legalapvetőbb közelítés:

Tegyük fel hogy az emberi test gömb alakú! Mekkora lenne az ön testfelszíne a mért testtömeg alapján?

Mekkora a felszín, ha a testet egy kockával közelítjük?

Az alábbi képletek segíthetnek:

$$m = \rho \cdot V, \quad A_{\text{gömb}} = 4 \cdot R^2 \cdot \pi, \quad V_{\text{gömb}} = \frac{4}{3} R^3 \cdot \pi, \quad A_{\text{kocka}} = 6 \cdot a^2, \quad V_{\text{kocka}} = a^3$$

Az ember sűrűsége nőknél átlagosan 1030 kg/m³, férfiaknál 1040 kg/m³. Végezze el a fenti számításokat!

2. Empirikus formulák

A múlt század első évtizedeitől kezdve számos erőfeszítés történt annak érdekében, hogy a testmagasság és a testtömeg ismerete alapján nagy pontossággal meg lehessen becsülni a testfelszín nagyságát. DuBois és munkatársa 1916-ban tette közzé számításai eredményét. Ma is a legelfogadottabb a testfelszín ezen formula szerinti becslése. A következő évtizedekben egyre több mérés alapján tovább finomodtak a becslés formulái. Gehan és George 1970-ben, míg Haycock és munkatársai 1978-ban közöltek egyre nagyobb esetszám alapján számítási képleteket. Mosteller 1987-ben úgy módosította a kiszámítás módját, hogy az egy zsebszámológéppel is könnyedén elvégezhető legyen.

Számítsa ki a saját testének felszínét az alábbi formulák alapján:

Mosteller-formula:

$$BSA [m^2] = \sqrt{\frac{\text{magasság [cm]} \cdot \text{testtömeg [kg]}}{3600}}$$

DuBois-formula:

$$BSA [m^2] = 0,007184 \cdot \text{magasság [cm]}^{0,725} \cdot \text{testtömeg [kg]}^{0,425}$$

Haycock-formula:

$$BSA [m^2] = 0,024265 \cdot \text{magasság [cm]}^{0,3964} \cdot \text{testtömeg [kg]}^{0,5378}$$

Gehan–George-formula:

$$BSA [m^2] = 0,0235 \cdot \text{magasság [cm]}^{0,42246} \cdot \text{testtömeg [kg]}^{0,51456}$$

Hasonlítsa össze a különböző formulák által kapott értékeket! Mekkora az egyes módszerek relatív hibája a Mosteller-féle eredményhez képest?