

## EREDETI KÖZLEMÉNY

# Pulzusnyomásértékek fiatal, egészséges egyetemistákban: nemi specifikumok és eltérések az optimálistól

TAKÁCS Johanna<sup>1</sup>, PATÓ Anna<sup>2</sup>, PELLE Judit<sup>3</sup>, BÉRES Bettina<sup>2</sup>, VÁRALLYAY Zoltán<sup>4</sup>, JÁRAI Zoltán<sup>5,6</sup>, KOLLER Ákos<sup>2,7,8</sup>

<sup>1</sup>Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Társadalomtudományi Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Sportélettani Kutató Központ, Budapest

<sup>3</sup>Puskás Ferenc Labdarúgó Akadémia, Felcsút

<sup>4</sup>Karolina Kórház, Kardiológia-Hypertonia Szakambulancia, Mosonmagyaróvár

<sup>5</sup>Szent Imre Egyetemi Oktatókórház, Kardiológiai Profil, Budapest

<sup>6</sup>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Angiológiai Tanszéki Csoport, Budapest

<sup>7</sup>Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Morfológiai és Fiziológiai Tanszék, Budapest

<sup>8</sup>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Transzlációs Medicina Intézet, Budapest

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Bevezetés:** Az artériás pulzusnyomás (PP) értéke, bár nehezebben értelmezhető, mint más vérnyomásértékeké, mégis felvilágosítást adhat a cardiovascularis rendszer működéséről. Ilyen a nagy artériás erek szélkázánfunkciója (stiffness) és a perifériás ellenállás mértéke. Mindkettő változhat az életkorral és fizikai aktivitás hatására. Fontossága ellenére a legújabb, 2018-as ESC/ESH hypertoniaajánlás nem foglalkozik részletesen a PP értékével, illetve annak jelentőségével. Korábbi vizsgálataink alapján feltételeztük, hogy fizikailag aktív fiatalokban a pulzusnyomás szélsőséges értékeket és nemi különbségeket is mutathat.

**Módszerek:** A vizsgálatokat egyetemi hallgatókon végeztük (N=64; 51,6% férfi). Átlagéletkoruk 23,2±2,7 év, a legfiatalabb 18, a legidősebb 28 éves volt. A vérnyomás és a szívfrekvencia (HR) mérésére automata vérnyomásmérőt (Omron MIT5) használtunk az egyének felkarjára helyezve. A méréseket nyugodt környezetben, üldő helyzetben végeztük és háromszor megismételtük egyperces időközönként.

**Eredmények:** Testtömegindex (BMI, kg/m<sup>2</sup>): nők 22,1±2,7; férfiak 24,1±2,9. Vérnyomás (Hgmm): szisztolés 118,7±13,4; diasztolés 73,7±9,3; nyugalmi szívfrekvencia (HR, 1/perc): 74,3±12,7 és a PP 44,9±12,6 volt. A nők szisztolés nyomása alacsonyabb volt (110,6±10,9; minimum–maximum: 92–130 Hgmm), mint a férfiaké (126,2±10,9; minimum–maximum: 97–146,5 Hgmm, p<0,001), a diasztolés értékben nemek között nem volt szignifikáns különbség. A nők HR-ja magasabb volt (78,2±13,4; minimum–maximum: 54–116,5 ütés/min), mint a férfiaké (70,6±10,9; minimum–maximum: 46–90,5; 1/min, p=0,017). A nők PP-je kisebb volt (37,1±9,4), mint a férfiaké (52,3±10,6; p<0,001). Nőkben a legalacsonyabb PP 20 Hgmm, míg a legmagasabb 62 Hgmm volt. Férfiakban a legalacsonyabb PP 24,5 Hgmm, míg a legmagasabb 74,5 Hgmm volt.

**Következtetések:** Vizsgálatunkban fiatal felnőttkorra (~25 év) és nemekre specifikus artériás pulzusnyomás értékeket állapítottunk meg, ami azért fontos, mert az ESC/ESH hypertoniaajánlás nem közöl „normál” referenciaértéket. Figyelemre méltó, hogy a PP értéke jelentős szórást mutatott a vizsgált mintában és sok fiatal férfinál mutatott 40 Hgmm-nél magasabb értéket, ami cardiovascularis rizikót jelenthet, ezért követése indokolt lehet még fiatal korban is.

**Kulcsszavak:** vérkeringés, nemi különbségek, fizikai aktivitás, testtömegindex, ESC/ESH/MHT ajánlások

Pulse pressure values of young healthy university students: gender specificity and deviations from the optimal

Takács J, Pató A, Pelle J, Béres B, Várallyay Z, Járai Z, Koller Á.

## Summary

**Introduction:** Although the interpretation of arterial pulse pressure (PP) is more difficult than other blood pressure values, it can provide information regarding the stiffness of the large arterial vessels and the level of peripheral resistance. Both can vary with age and physical activity. Despite the importance of PP, the most recent 2018 ESC/ESH Clinical Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension does not address PP in detail or its significance, and it is not routinely evaluated. Indeed, there is limited data on PP in physically active young people and its possible gender differences. We hypothesised that PP may show extreme values and gender differences in physically active young people.

## Levelező szerző:

Prof. Dr. Koller Ákos,  
Magyar Testnevelési  
és Sporttudományi Egyetem,  
Sportélettani Kutató Központ, Budapest;  
Morfológiai és Fiziológiai Tanszék ETK,  
Transzlációs Medicina Intézet; ÁOK,  
Semmelweis Egyetem, Budapest  
E-mail: akos.koller@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33668/hn.26.022>

Hypertonia és Nephrologia  
2022;26(5):214-21.

**Methods:** University students were recruited in the present study (N=64; 51.6% male) with a mean age of  $23.2 \pm 2.7$  years, the youngest was 18 and the oldest 28 years old. An automatic sphygmomanometer (Omron MIT5) was used to measure blood pressure and heart rate (HR) by placing it on the top half of the arm. Measurements were taken in a relaxed, sitting position and repeated three times at one-minute intervals.

**Results:** Body mass index (BMI,  $\text{kg}/\text{m}^2$ ): women  $22.1 \pm 2.7$ ; men  $24.1 \pm 2.9$ . Blood pressure (mmHg): systolic  $118.7 \pm 13.4$ ; diastolic  $73.7 \pm 9.3$ ; resting heart rate (HR 1/min):  $74.3 \pm 12.7$  and PP was  $44.9 \pm 12.6$ . Women had lower systolic pressures ( $110.6 \pm 10.9$ ; min.-max.: 92–130 mmHg) than men ( $126.2 \pm 10.9$ ; min.-max.: 97–146.5 Hgmm,  $p < 0.001$ ), no significant difference was in diastolic values between gender. Women had higher HR ( $78.2 \pm 13.4$ ; min.-max.: 54–116.5 beats/min) than men ( $70.6 \pm 10.9$ ; min.-max.: 46–90.5; 1/min,  $p = 0.017$ ). Women had lower PP ( $37.1 \pm 9.4$ ) than men ( $52.3 \pm 10.6$ ;  $p < 0.001$ ). The lowest PP was 20 mmHg in women and the highest was 62 mmHg. In men, the lowest PP was 24.5 mmHg and the highest was 74.5 mmHg.

**Conclusions:** In this study, we characterized the arterial pulse pressure values specific to young adult age (~25 years) and gender, which is important because the ESC/ESH Guidelines for hypertension does not provide a range ('normal' range) to age or gender reference values. Furthermore, our data confirm the previous assumption that PP is lower in young women than in young men. Importantly there was considerable variability in PP and many young men had PP values above 40 mmHg, which may be associated with cardiovascular risk factors, thus measurement and monitoring of PP may be warranted even at a young age.

**Keywords:** blood circulation, gender differences, physical activity, body mass index, ESC/ESH/HHS Guidelines

## Bevezetés

Mintegy 100 éve már felismerték, hogy az emelkedett szisztémás vérnyomás a cardiovascularis rendszer, az agy és a vese klinikai rendellenességeinek kritikusan fontos kockázati tényezője (1, 2). Számos klinikai vizsgálat meggyőzően kimutatta, hogy a vérnyomás csökkentése jelentős előnnyel jár, ezért ma már széles körben ajánlott a vérnyomásmérés rutinszerű végzése, ami az általános egészségügyi szűrés része (3). A közelmúltban történt megfigyelések felhívták a figyelmet arra, hogy a hypertonia megjelenhet fiatalabb korban is, bár kisebb gyakorisággal (4–7). Az iskoláskorú gyermekek magasvérnyomás-betegsége tízezres nagyságrendű populációt érint hazánkban. A KSH-adatok szerint a 15–18 éves hypertóniás gyermekek száma 1999-ben 5044 fő volt, 2019-ben 7263 fő, míg az összes 5–18 éves gyermek esetében 7158 főről 10 338 főre nőtt a hypertóniás gyermekek száma (8). Azonban a vérnyomás szisztolés és diasztolés értéke mellett fontos az artériás pulzusnyomás értéke is.

A pulzusnyomás (PP) a szisztolés és a diasztolés vérnyomás különbsége (9), ami az egyik fő „hajtóereje” a vérkeringésnek. A szisztolés és diasztolés vérnyomást, és így a pulzusnyomást is, a szív komplex kölcsönhatása, az artériás és a vénás rendszerek komplett együttműködése határozza meg (10). A PP értéke hasznos előrejelzés azontúl, hogy az artériás nyomás átlagát is mutatja (11), hiszen a légzési eltérések a PP-ben a központi vértér fogat nagyságához vagy a bal kamra előterheléséhez kapcsolódnak (12). Az öregedés (ageing) az aorta és a fő artériás erek falának rugalmasságának elvesztésével jár (13). A nagyartéria, különösen az aorta merevségének növekedése – amely az elasztikus lamellák széttörédezéséből és megszakadásából, valamint a kollagén és az elasztin arányában bekövetkező változásból származik – nagy jelentőséggel bír az életkor előrehaladtával egyre emelkedő PP kialakulásában (13).

Az életkorral a PP emelkedik, ami elsősorban a szisztolés vérnyomás emelkedése miatt alakul ki (vascularis stiffness nő) (13). A normális vagy emelkedett artériás vérnyomással rendelkező férfiaknál az emelkedett pulzusnyomás növeli a mortalitás rizikóját (10, 14). A megemelkedett PP súlyosbíthatja a szívelégtelenség kialakulását a fokozott utóterhelés és a csökkent koszorúér perfúzió miatt (10).

Az öregedési folyamat során az artériák falvastagsága, különösen a simaizomréteg újszülöttkortól egészen idős korban jelentősen megnövekszik, hozzájárulva az artériák fokozott összehúzódnási képességéhez idősebb korban. Az átlagos vérnyomás emelkedése a nagyobb artériák falának nem lineáris stresszfeszültség viselkedése miatt emeli a PP-t, ami az artériák falában nagyobb nyomás esetén nagyobb merevséghez vezet (15).

Az MHT-ajánlás 12. táblázata (16) szerint a pulzusnyomás értéke idősekben akár  $\geq 60$  Hgmm is lehet, ami az ESC/ESH ajánlások szerint a magas szisztolés nyomás mellett egy további megnövekedett cardiovascularis (CV) rizikót jelent (17). Egyéb vérnyomásértékek szintén szóba jöhetnek, de rutinszerűen nem használtak a gyakorlatban (BP-variabilitás, centrális BP, pulzushullám-sebesség stb.) és mind IIb C evidenciával bírnak. Az ajánlások fiatalabb korosztályt nem említene, és az esetlegesen előforduló PP-eltérések jelentőségét sem. Feltehető azonban, hogy életkorral egyénileg változó ütemet mutató és az ageing markereként a PP is fokozatosan változik, míg eléri a kóros, magas cardiovascularis kockázatot jelentő 60 Hgmm-t. Az életkori változás nemi különbségeire viszonylag kevés adat áll rendelkezésre, de egy szisztematikus összefoglaló cikk alapján az artériás öregedés eltérő mintázata figyelhető meg férfiak és nők körében (18).

A fizikai aktivitás a működő vázizomok ellenállásereiben jelentős mértékű dilatációt okoz, aminek eredményeként a diasztolés nyomás csökken, a pulzusnyomás tehát nő, mégis az artériás középnyomás emelkedik, mert a szisztolés nyomás nagyobb

mértékben fokozódik, mint amilyen mértékben csökken a diasztolés nyomás (19–22). Nyugalmi állapotban a megnövekedett PP általában az artériás disztenziilitás csökkenését tükrözi, különösen az időseknel, ami összefüggésbe hozható számos káros cardiovascularis következménnyel.

Belátható, hogy a PP arányos a szívből távozó pulzustérfogattal (PT), ezért a PP és HR szorzata jelezheti a perctérfogatot (23). A PP referenciaértékeiről és annak változásairól fiatalokban, különösen annak nemi különbségeiről, kevés összehasonlító adat van. Ajánlás szerint a PP fontolóra vehető (Class IIb Level C) artériás célszervkárosodásként, bár jelenleg a klinikumban és sporttudományos kutatásokban rutinszerűen nem gyakran használt paraméter. Az Európai Hypertonia Társaság és a Magyar Hypertonia Társaság irányelvében nincs ajánlás a pulzusnyomásra vonatkozólag, csupán megjegyzések (24–26). Érdekes módon azonban a Pubmed-ben 9142 cikk foglalkozik a pulzusnyomással. Az elmúlt öt évben 2077 cikk jelent meg, amely jelzi, hogy a pulzusnyomás jelentősége felé egyre nagyobb figyelem fordul (1. ábra).

## Hipotézis

A fenti megfontolások és a korábbi vizsgálataink alapján (7) – amelyekben aktív fiatalok körében számos esetben találtunk magasabb vérnyomásértékeket – feltételeztük, hogy fizikailag aktív fiatalokban a pulzusnyomás is mutathat szélsőséges értékeket és nemi különbségeket is.

## Módszerek

A vérnyomás- és szívfrekvencia-méréseket összességében 68 személyen végeztük, az adatok feldolgozása során kizárásra került 4 fő, akiknek az első és második mérése közötti eltérés >10 Hgmm. Így az elemzés mintáját 64 fő (nők: n=31, férfiak: n=33) fiatal, fizikailag aktív, de rendszeresen nem intenzíven sportoló egyetemista adta.

A vérnyomásértékek és HR mérésére automata vérnyomásmérőt (Omron MIT5) használtunk a felkarra helyezve. A résztvevők a mérés előtt 30 perccig nem étkeztek, nem fogyasztottak koffein-, illetve alkoholtartalmú italt és nem dohányoztak. A mé-

rések nyugodt, csendes környezetben, ülő helyzetben történtek, háromszor megismételtük őket, az első mérés előtt hosszabb megnyugvási időt hagyva (minimum 5 perc), a mérések között egy-egy percet várva, az MHT 2018. évi szakmai irányelv vérnyomásmérési módszertani javaslatára alapján (16).

A PP-t három csoportban vizsgáltuk: alacsony, normál és magas, ami szakmailag és nem a szórások alapján került elkülönítésre.

## Statisztikai elemzések

A három vérnyomásmérésből az utolsó két mérés átlagát (átlag±SD) számoltuk ki és azt használtuk a statisztikai elemzésben. A nemi különbségeket független mintás t-teszt alkalmazásával teszteltük, Hedges-féle g hatásnagyságmutató számításával. Az optimális értéktől való eltérést egymintás t-tesztel vizsgáltuk Cohen-féle d hatásnagyság mutatóval. A statisztikai elemzések során a szignifikancia rögzített szintje  $\alpha=0,05$  volt (statisztikailag szignifikáns eredmény  $p<0,05$  esetén). A statisztikai elemzéseket IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0 programmal végeztük (IBM Corp. Released 2019. Armonk, NY: IBM Corp.).

## Eredmények

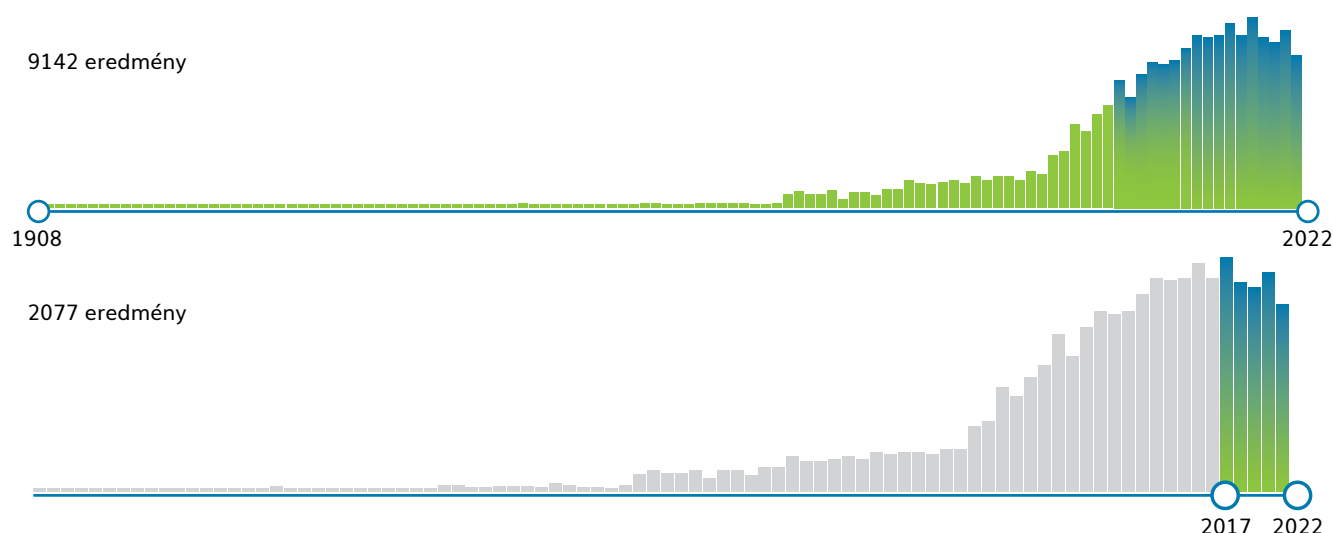
### A résztvevők életkora és testtömegindexe (BMI)

A résztvevők átlagéletkora  $23,2\pm 2,7$  év, a legfiatalabb 18, a legidősebb 28 éves volt. Átlagos testmagasságuk  $175,5\pm 11,7$  cm, átlagos testsúlyuk  $71,7\pm 14$  kg volt. A résztvevők body mass index (BMI) értékei a következők voltak: átlag  $23,1\pm 3$  kg/m<sup>2</sup>, a legalacsonyabb  $17,2$  kg/m<sup>2</sup>, míg a legmagasabb  $32,7$  kg/m<sup>2</sup>. A férfiak nagyobb BMI-vel rendelkeztek ( $24,1\pm 2,9$  kg/m<sup>2</sup>), mint a nők ( $22,7\pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>,  $t(61)=2,806$ ;  $p=0,007$ ;  $g=0,90$ ).

### Szisztolés és diasztolés vérnyomásértékek, nemi különbségek

A vizsgált mintában (N=64) a szisztolés vérnyomásérték átlaga  $118,7$  Hgmm (SD=13,4), a diasztolés értékek átlaga  $73,7$  Hgmm volt (SD=9,3). A szisztolés vérnyomás értéke szignifikánsan nem

1. ábra. 1908–2022 és 2017–2022 között megjelent cikkek száma, amely a pulzusnyomással foglalkozik



különbözött az optimálisnak tartott 120-as értéktől ( $t(63)=-0,799$ ;  $p=0,427$ ;  $d=0,10$ ), míg a diasztolés vérnyomás szignifikánsan kisebb volt, mint az optimálisnak tartott 80-as érték ( $t(63)=-5,362$ ;  $p<0,001$ ,  $d=0,68$ ).

A férfiak ( $n=33$ ) szisztolés vérnyomása szignifikánsan magasabb volt a nőkhöz ( $n=31$ ) képest ( $t(62)=5,726$ ;  $p<0,001$ ;  $g=1,43$ ), míg a diasztolés vérnyomás nem különbözött ( $t(62)=0,179$ ;  $p=0,858$ ;  $g=0,05$ ) (2. ábra).

Egyénenként vizsgálva a szisztolés vérnyomás értékeit, az optimálisnak tartott 120 Hgmm-es szisztolés vérnyomástól a személyek közel fele (51,6%; 33 fő) magasabb értéket mutatott, a férfiak nagyobb arányával (3. ábra).

Egyénenként vizsgálva a diasztolés értékeit, az optimálisnak tartott 80 Hgmm-es diasztolés vérnyomástól a személyek közel egyötöde (20,3%; 13 fő) magasabb értéket mutatott (4. ábra).

Az Európai Hypertonia Társaság és a Magyar Hypertonia Társaság irányelvei szerint négy csoportba soroltuk a kapott értékeket és ez alapján is értékeltük:

- Optimális: szisztolés <120 Hgmm, diasztolés <80 Hgmm.
- Normális: szisztolés 120–129 Hgmm, diasztolés 80–84 Hgmm.
- Emelkedett normális: szisztolés 130–139 Hgmm, diasztolés 85–89 Hgmm.
- Hypertonia: legalább szisztolés 140 Hgmm, diasztolés 90 Hgmm.

A szisztolés vérnyomás a vizsgált fiatal felnőttek esetén 48,4%-ban (31 fő) optimális, 34,4%-ban (22 fő) normális, 10,9%-ban (7 fő) emelkedett és 6,3%-ban (4 fő) hypertoniás értéket mutatott. A férfiakban nagyobb arányban volt emelkedett, hypertoniás érték a nőkhöz képest (5. ábra).

A diasztolés vérnyomás a vizsgált fiatal felnőttek esetén 79,7%-ban (51 fő) optimális, 9,4%-ban (6 fő) normális, 7,8%-ban (5 fő) emelkedett és 3,1%-ban (2 fő) hypertoniás értéket mutatott. A nők viszonylag nagyobb aránya mutatott emelkedett, hypertoniás értéket (12,9%; 4 fő) a férfiakhoz képest (9,1%; 3 fő) (6. ábra).

## Pulzusnyomás- és szívfrekvencia-értékek, nemi különbségek

A pulzusnyomás átlaga 44,9 Hgmm volt ( $SD=12,6$ ). Ez az optimálisnak tartott 40 Hgmm értéktől szignifikáns mértékben nagyobb volt ( $t(63)=3,141$ ;  $p=0,003$ ;  $d=0,39$ ). A pulzusnyomás nagyobb volt a férfiakban, mint a nőkhöz képest ( $t(62)=6,075$ ;  $p<0,001$ ;  $g=1,51$ ) (7. ábra).

Egyénenként vizsgálva a pulzusnyomásértékeket, az optimálisnak tartott 40 Hgmm értéktől a személyek kétharmada (62,5%, 40 fő) magasabb pulzusnyomásértéket mutatott, a férfiak jelentősen nagyobb arányával (8. ábra).

A pulzusnyomás a vizsgált fiatal felnőttek esetén 17,2%-ban (11 fő) alacsony, 34,4%-ban (22 fő) normális és 48,4%-ban (31 fő) magas pulzusnyomásértéket mutatott. A magasabb PP döntő többsége férfiakban volt (9. ábra).

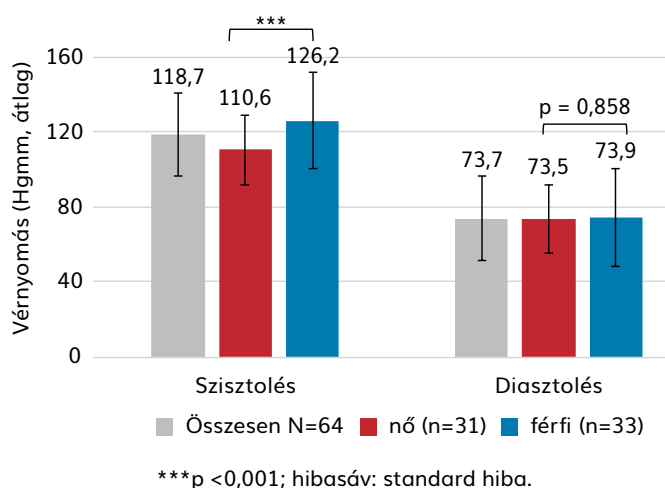
A szívfrekvencia átlaga 74,3 ütés/perc volt ( $SD=12,7$ ). Ez az érték az optimálisnak tartott 72 ütés/perctől szignifikánsan nem különbözött ( $t(64)=1,443$ ;  $p=0,154$ ;  $d=0,18$ ). A nők a szívfrekvencia nagyobb értékét mutatták a férfiakhoz képest ( $t(62)=-2,457$ ;  $p=0,017$ ;  $g=0,62$ ) (10. ábra).

Egyénenként vizsgálva a szívfrekvencia-értékeket, az optimálisnak vélt 72 ütés/perc értéktől a személyek közel fele (53,1%, 34 fő) nagyobb értéket mutatott, többségében nőkhöz képest (11. ábra).

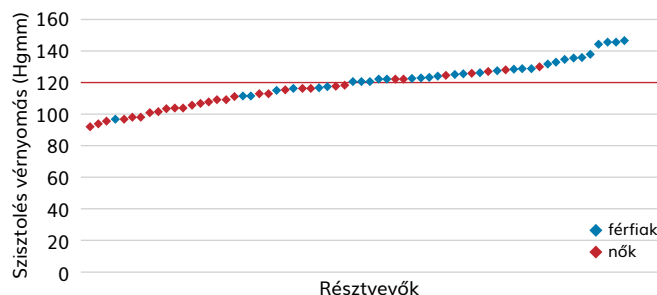
A pulzusnyomás és szívfrekvencia szorzata közvetetten jelezheti a perctérfigatot, ezért ezt az értéket is kiszámoltuk. A

pulzusnyomás $\times$ szívfrekvencia átlaga 3282,5 ( $SD=895,3$ ) volt, férfiakban magasabb, mint a nőkhöz képest ( $t(62)=3,618$ ;  $p=0,001$ ;  $g=0,91$ ) (12. ábra).

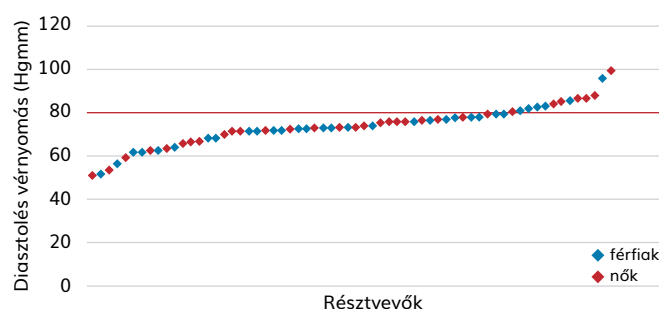
2. ábra. A szisztolés és diasztolés vérnyomás átlaga fiatal egyetemistákban, nőkhöz képest és férfiakban



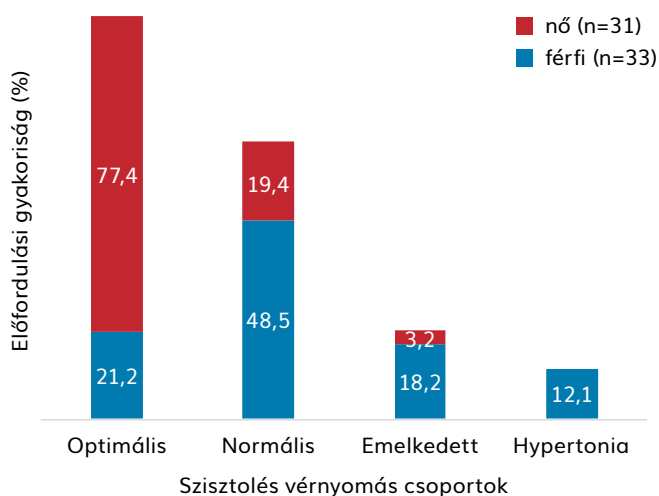
3. ábra. A szisztolés vérnyomás értékei fiatal egyetemistákban (N=64). A piros vonal az ESC/ESH által megadott optimális 120 Hgmm-es értéket jelzi (24)



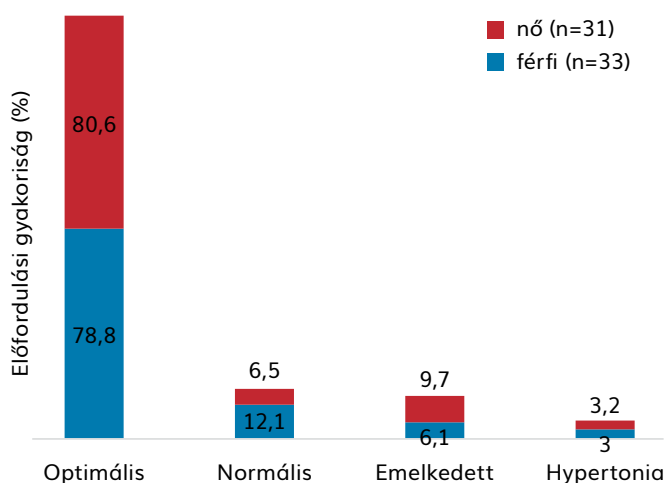
4. ábra. A diasztolés vérnyomás értékei fiatal egyetemistákban (N=64). A piros vonal az ESC/ESH által megadott optimális 80 Hgmm-es értéket jelzi (24)



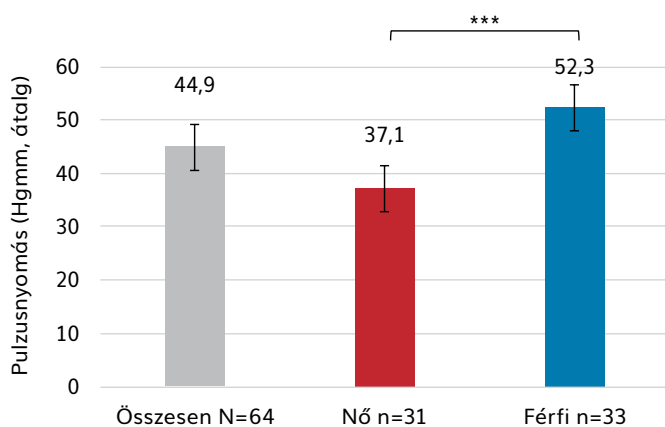
**5. ábra.** A szisztolés vérnyomás csoportok százalékos eloszlása fiatal nőkben és férfiakban



**6. ábra.** A diasztolés vérnyomás csoportok százalékos eloszlása fiatal nőkben és férfiakban

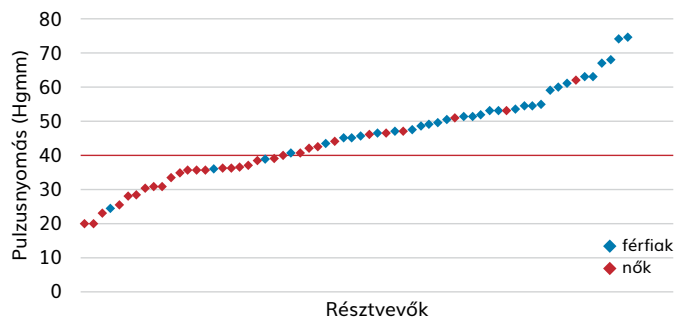


**7. ábra.** A pulzusnyomás átlaga fiatal nőkben és férfiakban

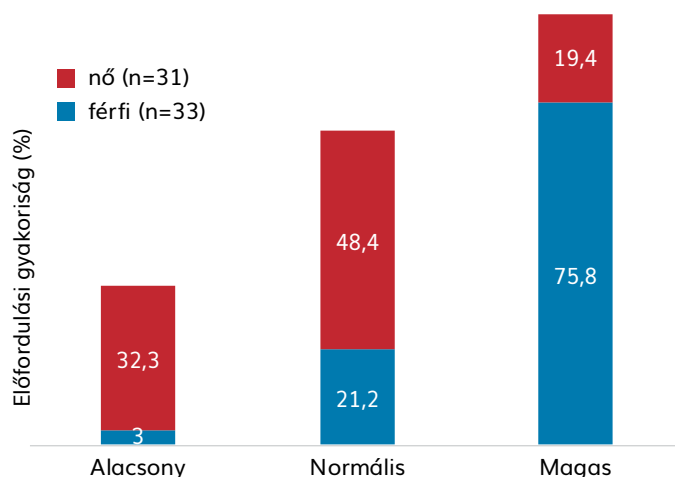


\*\*\*p < 0,001; hibásáv: standard hiba.

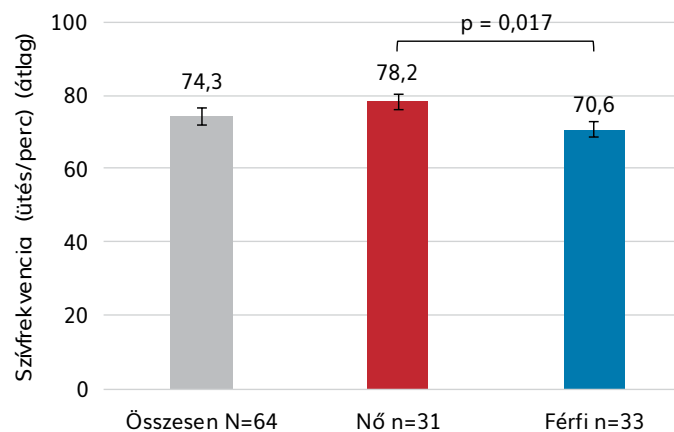
**8. ábra.** A pulzusnyomás értékei fiatal egyetemistákban (N=64). A piros vonal az ESC/ESH által megadott optimális 40 Hgmm-es értéket jelzi (24)



**9. ábra.** A pulzusnyomáscsoportok százalékos eloszlása fiatal nőkben és férfiakban



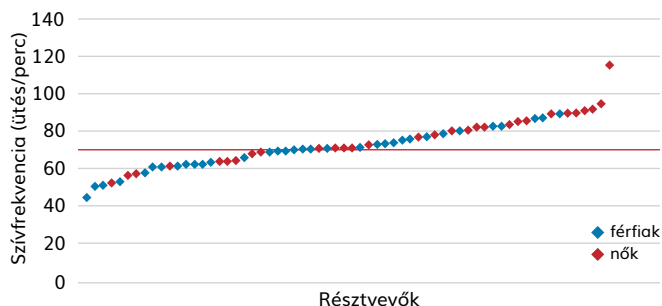
**10. ábra.** A szívfrekvencia átlaga fiatal nőkben és férfiakban



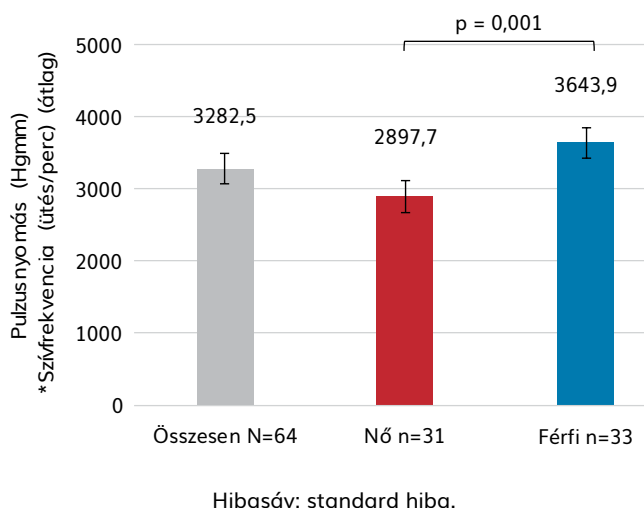
Hibásáv: standard hiba.



**11. ábra.** A szívfrekvencia értékei fiatal egyetemistákban (N=64). A piros vonal az ESC/ESH által megadott optimálisnak tartott 72-es értéket jelzi (24)



**12. ábra.** A pulzusnyomás×szívfrekvencia átlaga fiatal nőkben és férfiakban



## Megbeszélés

Kutatásunk eredményei felhívják a figyelmet arra, hogy fontos mérni és figyelni a pulzusnyomás (PP) értékét egészséges fiatalokban, amelynek értéke különbözik nőkben és férfiakban. Vizsgálatunkban a PP értékében fiatal felnőttkorra (~25 év) és nemekre specifikus értékeket állapítottunk meg, ami azért fontos, mert a 2018-as ESC/ESH hipertoniaajánlás nem közöl „normál”-referenciaértéket. Továbbá, adataink megerősítik azt a korábbi feltételezést, miszerint fiatal nőkben a PP értéke kisebb, mint fiatal férfiakban. Ugyanakkor, a PP értéke jelentős szórást mutatott a vizsgált mintában a fiatal felnőttek közel fele magas pulzusnyomást (>45 Hgmm) mutat, a férfiak közel háromnegyede, a nők egyötöde.

## Szisztolés és diasztolés vérnyomásértékek

Ma már tudományosan megalapozott, hogy a szisztolés és diasztolés vérnyomás talán a legfontosabb élettani paraméterek, amelyeket számos tényező befolyásol és számos szinten szabályozott. Még egészséges, optimális esetekben is az értékei

– többek között – az életkortól és a nemtől is függenek. Krónikusan magas értékük (hypertonia) a beteg számára évtizedekig nem észlelhető, tünetmentes („silent killer”) (5), de már korábbi metaanalízisek kimutatták, hogy az egyik vezető halálzási ok és számos megbetegedés kockázati tényezője.

Korábbi saját és mások vizsgálatai kimutatták, hogy már fiatal korban is vannak szélsőséges, magasabb vérnyomásértékek. A szisztolés és diasztolés átlagértékek többségében az optimális/normál tartományban voltak. A szisztolés vérnyomás szignifikánsan magasabb volt férfiakban. A diasztolés nyomás nem különbözött. A szisztolés értékben a fiatal felnőttek közel egyötöde mutatott emelkedett/hypertóniás értéket.

## Pulzusnyomásértékek

Ha a szisztolés nyomás magasabb, akkor feltehető, hogy a szisztolés és diasztolés értékek különbsége, a pulzusnyomás (PP) értéke is nő. Meglepő azonban, hogy az ESH/ESC/MHT (16, 17) ajánlások nem foglalkoznak részletesen a PP-val és annak esetleges nemi és életkori különbségeivel. Mindezek miatt fontosnak tartottuk, hogy megvizsgáljuk fiatal egyetemistákban a szisztolés, diasztolés és PP vérnyomásértékeket. Bár az átlag PP-érték a normáltartományba esett, az esetek közel felében magas értéket találtunk. Az ESC/ESH/MHT (16, 17) ajánlásokban szereplő „normálértékhez” képest, összességében az egyének 48,4%-a a PP magasabb értékét mutatta, jelentős nemi különbséggel, a férfiak 75,8%-a, a nők csupán 19,4%-a. Mindez felhívja a figyelmet a vérnyomásmérés fontosságára már fiatal korban is, a nemi különbségek hangsúlyozására, a PP feljegyzésére és követésére is, különös tekintettel arra, hogy az ESC/ESH/MHT irányelvekben (16, 17), a vérnyomásérték-tartományok megállapításában nem tükröződnek a nemből és a korból adódó különbségek és ennek megfelelően a PP-ről sincs részletes ajánlás. Ennek oka az is lehet, hogy a PP számos tényező által meghatározott és ezért nehéz az egyes mechanizmusokat tisztán látni.

## A PP kóros változásai

Tudott, hogy nyugalomban, idős korban az artériás PP gyakran emelkedett, a szisztolés nyomás emelkedése miatt, amely a nagyartériák csökkent rugalmassága (compliance) miatt jön létre. A megnövekedett szisztolés, illetve pulzusnyomás önmagában is kóros, de számos egyéb tényező mellett önálló cardiovascularis rizikófaktor is jelentenek. A PP jelezheti a centrális vértérfogatot és a bal kamrai térfogatterhelést is (11, 12). Ugyanakkor, a PP összefüggést mutat a pulzustérfoggal, balkamra-kontraktilitással, aortacompliance-szel, perifériás rezisztenciával is (például: stenosisok mértéke és hossza, arteriolák összkétszertmetszete). Továbbá a vérviszkozitás (polycytemia, dehidráció) is befolyásolhatja a PP-t. Mindezen tényezők együttes hatása határozza meg az adott pillanatban mért PP értékét, ami oka lehet, hogy a PP-érték nagy szórást mutathat különböző személyekben, így a mi mintánkban is.

A fenti tények azonban felvetik annak fontosságát, hogy az adott egyénnél történő PP-változások értékelésének nagyobb jelentősége lehet, mint önmagában a PP abszolút értékének. Így például széles PP járhat az alábbi állapotokban, kórképekben: aortainsufficiencia (a regurgitációs térfogat arányában), anaemia

(emelkedett perctérfogat, csökkent viszkozitás okozta csökkent rezisztencia), hyperthyreosis, béta-1-receptor-aktiváció okozta kontraktilitásnövekedés, arteriosclerosis/stiffness (szélkánzfunkció csökken), szepszis (perifériás vasodilatatio), OSAS (sympathicotonia), gyermekgyógyászati cardiovascularis kórképek (perzisztáló Botall, BJ-sönttel kísért kórképek). Szűk PP járhat az alábbi állapotokban, kórképekben: kardiogén sokk (csökkent stroke-volumen/Ptf), vérzés (csökkent vértérfogat), aortastenosis (csökkent kiáramlás), szívtamponád (csökkent vénás visszaáramlás okozta csökkent perctérfogat), szimpatikus stimuláció okozta perifériás vasoconstrictio (perifériás vascularis ellenállás nő) (27).

Újabb japán kutatások azt is felvetik, hogy a magas PP-érték társulhat a kognitív működés zavaaraival, még akkor is, ha a szisztolés nyomás nem nő és demencia sincs jelen (28).

Mindezekon kívül számos kóros eset van (láz, aritmia), amikor a PP értéke változhat, amiért az orvosnak nagy figyelemmel kell létrehozni a differenciáldiagnózist a PP értékére vonatkozóan.

### A PP fizikai aktivitás okozta változásai

Fiatal, egészséges egyénekben a fizikai aktivitás, sportolás esetén a PP megnő, ami önmagában is növeli a perctérfogatot (amit még tovább növel a HR növekedése). Ezért a nyugalmi ~5 l/min-ről a perctérfogat ~20-25 l/min-re vagy akár 30 l/min-re is nőhet (29, 30). Sportolás közben a szisztolés nyomás elsősorban a szimpatikus idegrendszer aktivitása révén, míg a diasztolés nyomás a perifériás erekben (redistribúció során főleg vázizmokban, bőrben) létrejövő vasodilatatio miatt jön létre (19–21, 31, 32), ami a keringési ellenállás csökkenéséhez vezet.

### Szívfrekvencia

Az irodalmi adatokkal összecsengő módon (33) a nők magasabb szívfrekvencia-értéket mutattak a férfiakhoz képest, a nők közel fele, a férfiak közel 40%-a mutatott az ideálisnak tartott 72 perc/ütésnél nagyobb értéket. Ugyanakkor kérdés, mennyire valós az általuk mért átlag-HR-érték (79,1 bpm±14,5) (33).

### PP×HR szorzat vs. perctérfogat

A perctérfogat fenntartásának két fő paramétere a pulzustérfogat és a szívfrekvencia. Tudott, hogy a pulzustérfogat (~70 ml) és HR (~72/min) szorzata adja a perctérfogatot (~5000 ml/min). Azonban humán vizsgálatokban a pulzustérfogatot nem tudjuk közvetlenül mérni, ezért számos módszer van annak indirekt mérésére, becslésére, amely módszereket kiválóan foglalja össze Végh és Reusz egy 2021-es tanulmányban (34). Ezeket a módszereket azonban nehéz a sportpályán vagy a betegágyánál alkalmazni. Ugyanakkor belátható, hogy a PP arányos a pulzustérfogattal, bár ezt az összefüggést megfelelő óvatossággal kell értékelni. Mégis, gyakorlati szempontból egy ilyen becslés hasznos lehet. Ezért kiszámoltuk a PP×HR szorzatot is (11. ábra).

Az eredmények azt mutatják, hogy a PP×HR szorzatának értékeiben is voltak szélsőséges értékek és nemi különbségek. Ez a szorzat férfiakban magasabb volt, ami jelezheti, hogy férfiakban a perctérfogat nagyobb, mint nőkben. Mindezek miatt a PP×HR értéke hasznos lehet az akut fizikai aktivitás, sportolás vagy sorozatos edzés hatására bekövetkező perctérfogat-növekedés meg-

ítélésében, mind nyugalomban, mind terhelés során (például spirometria), továbbá az akut és krónikus szív- és érrendszeri diszfunkciók kiszűrésében. Feltehető, hogy fiatalokban a fittség jele is lehet, ha az alacsonyabb diasztolés érték miatt a PP nő, míg a túl széles érték akár túledzettséget is jelezhet.

További vizsgálatok tisztázhatják a PP és PP×HR értékek jelentőségét, például különböző életmód hatására, hypertóniában, sportolás hatására létrejövő edzettségi szintekben vagy túledzettségben, s mindezek életkor- és nemfüggő alakulásában.

### A vizsgálat limitációja

A vizsgálatainkban résztvevők viszonylag alacsony száma és a mérés előtti időszakban lezajlott események pontos ismertetének hiánya miatt igyekeztünk nem levonni messzemenő következtetéseket. A mért magasabb HR oka nem tudott, aminek hátterében a vizsgálati stressz mellett, újabb kutatások felvetik, hogy a valós HR-érték magasabb lehet az optimálisnak vélténél (33). Mindezek ellenére kezdeti eredményeink felhívják a figyelmet a pulzusnyomás mérésére és szükség esetén a követésre mind egészséges, mind beteg egyénekben, valamint a nemi (és életkori) különbségek felismerésére és a mért adatok ennek megfelelő értékelésére, bár nehéz normáltartományt megállapítani, különösen a fiatalabb populációkban, és ha sikerül is, kérdés, hogy az eltérő értékeknek mi a jelentősége. Mindez további vizsgálatok tárgya lehet.

### Következtetések

Vizsgálataink alátámasztották feltételezésünket, miszerint a fizikailag aktív, egészségesnek mutató fiatalokban nemcsak a szisztolés vérnyomás (7), hanem a pulzusnyomás is mutathat szélsőséges értékeket és nemi különbségeket is. Méréseink kibővítve, referenciaértéket adhatnak a nemre, korcsoportra specifikus különböző vérnyomásértékek tekintetében, ami azért fontos mert az ESH/ESC/MHT (16, 17) ajánlások nem foglalkoznak részletesen a korra és nemre jellemző vérnyomásértékekkel, különös tekintettel a pulzusnyomás értékeire. Továbbá, adataink kontrollként szolgálhatnak cardiovascularis betegségben szenvedők és az intenzív edzést végző sportolók vizsgálata során nyert adatokhoz és lehetővé teszik további hipotézisek tesztelését. Ez azért is fontos és izgalmas feladat, mivel a pulzusnyomás értékének kialakulásában számos tényező és mechanizmus játszik szerepet, amiknek egy adott pillanatban egy adott egyénre vonatkozó szummázatát észleljük, mérjük. Az adott korcsoportnál értékelt PP-eltérések melletti előnyökről/kockázatokról nem mindig áll rendelkezésre kellő ismeret (adat, evidencia), ami akár magyarázhatja, hogy a pulzusnyomás tekintetében nincs állásfoglalás az ESC/ESH/MHT ajánlásokban, kivéve időskorban a >60 Hgmm feletti értéknél igazolt az emelkedett cardiovascularis kockázat.

### Támogatás

Magyar Hypertonia Társaság-2020, Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a Tématerületi Kiválósági Programok finanszírozásában valósult meg (2020-4.1.1- TKP2020), TKP2020-NKA-17, TKP2021-EGA-37, számú pályázati projektek és MTA Post-Covid 2021-34.

## Irodalom

- Pearce RM. The Relation of Lesions of the Adrenal Gland to Chronic Nephritis and to Arteriosclerosis; an Anatomical Study. *J Exp Med* 1908;10:735-44. <https://doi.org/10.1084/jem.10.6.735>
- Barrow WH. Cerebralsymptoms in hypertension. *Cal West Med* 1930;33:887-8.
- Lezaic V, Marinkovic J, Milutinovic Z, et al. Recording blood pressure and eGFR in primary care after the Belgrade screening study. *Ren Fail* 2018;40:160-9. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2018.1450759>
- Anyagbu EI, Dharnidharka VR. Hypertension in the teenager. *Pediatr Clin North Am* 2014;61:131-51. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2013.09.011>
- Kiss I, Kékes E. Magyar Hypertonia Regiszter. *Orv Hetil* 2014;155:764-8. <https://doi.org/10.1556/OH.2014.29924>
- Flynn JT. The Hypertensive Adolescent. *Clin J Am Soc Nephrol* 2019;14:1074-6. <https://doi.org/10.2215/CJN.02800319>
- Pató A, Németh Z, Járás Z, et al. Nem minden fiatal, sportoló egyetemista él optimális vérnyomással. A 2019. évi Májusi Mérési Hónap (MMM19) eredményei. *Hypertonia&Nephrologia* 2020;24:121-5. <https://doi.org/10.33668/HN.24.014>
- Olexó Z, Zsirai Z, Seres L, et al. A magas vérnyomás betegség előfordulása a középiskolai tanulók körében az NNK iskola-egészségügyi jelentések és a KSH statisztikai adatok elemzése alapján. *Magyar Sporttudományi Szemle* 2021;22:91 [Absztrakt]
- Doherty TM, Hu A, Salik I. Physiology, Neonatal. 2022 Apr 28. In: Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2022 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539840/>
- Elzinga G, Westerhof N. Pressure and flow generated by the left ventricle against different impedances. *Circ Res* 1973;32:178-86. <https://doi.org/10.1161/01.res.32.2.178>
- Selvaraj S, Steg PG, Elbez Y, et al. Pulse Pressure and Risk for Cardiovascular Events in Patients With Atherothrombosis: From the REACH Registry. *J Am Coll Cardiol* 2016;67:392-403. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.10.084>
- Michard F. Changes in arterial pressure during mechanical ventilation. *Anesthesiology* 2005;103:419-28. <https://doi.org/10.1097/0000542-200508000-00026>
- Franklin SS, Gustin W 4th, Wong ND, et al. Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1997;96:308-15. <https://doi.org/10.1161/01.cir.96.1.308>
- Benetos A, Safar M, Rudnicki A, et al. Pulse pressure: a predictor of long-term cardiovascular mortality in a French male population. *Hypertension* 1997;30:1410-5. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.30.6.1410>
- Dart AM, Kingwell BA. Pulse pressure- a review of mechanisms and clinical relevance. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:975-84. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)01108-1](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01108-1)
- Farsang Cs, Járás Z (szerk.). A Magyar Hypertonia Társaság szakmai irányelve. A hypertoniabetegség ellátásának irányelvei. 11. módosított, javított és kiegészített kiadás. *Hypertonia & Nephrologia* 2018;22:S1-S36. Available from: <https://bit.ly/3EuNTPC>
- Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J* 2018;39:3021-3104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>. Erratum in: *Eur Heart J* 2019;40:475.
- Skurnick JH, Aladjem M, Aviv A. Sex differences in pulse pressure trends with age are cross-cultural. *Hypertension* 2010;55:40-47. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.139477>
- Lewis SF, Taylor WF, Graham RM, et al. Cardiovascular responses to exercise as functions of absolute and relative work load. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1983;55:1314-23. <https://doi.org/10.1152/jappl.1983.55.5.1314>
- Koller A, Huang A, Sun D, et al. Exercise training augments flow-dependent dilation in rat skeletal muscle arterioles. Role of endothelial nitric oxide and prostaglandins. *Circ Res* 1995;76:544-550. <https://doi.org/10.1161/01.res.76.4.544>
- Sun D, Huang A, Koller A, et al. Enhanced NO-mediated dilations in skeletal muscle arterioles of chronically exercised rats. *Microvasc Res* 2002;64:491-6. <https://doi.org/10.1006/mvre.2002.2450>
- Balogh L, Molnár A, Jenei Z, et al. Bevezetés a sportdiagnosztikába. Debrecen: Campus Kiadó; 2015.
- Koenig J, Hill LK, Williams DP, et al. Estimating cardiac output from blood pressure and heart rate: the liljestrand&zander formula. *Biomed Sci Instrum* 2015;51:85-90.
- Domanski M, Mitchell G, Pfeffer M, et al. Pulse pressure and cardiovascular disease-related mortality: follow-up study of the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). *JAMA* 2002;287:2677-83. <https://doi.org/10.1001/jama.287.20.2677>
- Laurent S, Cockcroft J, Van Bortel L, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J* 2006;27:2588-605. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehl254>
- Franklin SS, Lopez VA, Wong ND, et al. Single versus combined blood pressure components and risk for cardiovascular disease: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2009;119:243-50. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.797936>
- Homan TD, Bordes S, Cichowski E. Physiology, Pulse Pressure. 2021 Jul 15. In: Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2022 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482408/>
- Mizuhara R, Mitaki S, Takamura M, et al. Pulse pressure is associated with cognitive performance in Japanese non-demented population: a cross-sectional study. *BMC Neurol* 2022;22:137. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02666-6>
- King J, Lowery DR. Physiology, Cardiac Output. 2021 Jul 23. In: Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2022 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470455/>
- CDC. Physical activity and Health. A report of the surgeon general. Chapter 3. Physiologic responses and long-term adaptations to exercise. 1996. p. 61-80. Available from: <https://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/chap3.pdf>
- Dörnyei G, Monos E, Kaley G, et al. Regular exercise enhances blood pressure lowering effect of acetylcholine by increased contribution of nitric oxide. *Acta Physiol Hung* 2000;87:127-38.
- Michalis M, Finn KJ, Podstawski R, et al. Differences in cardiorespiratory responses of young and senior male endurance athletes to maximal graded exercise test. *Physiol Int* 2020;107:444-54. <https://doi.org/10.1556/2060.2020.00032>
- Avram R, Tison GH, Aschbacher K, et al. Real-world heart rate norms in the Health eHeart study. *NPI Digit Med* 2019;2:58. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0134-9>
- Végh A, Reusz S. Korszerű perctérfigat-monitorozási módszerek pontossága és precizitása. *Hypertonia&Nephrologia* 2021;25:69-76. <https://doi.org/10.33668/HN.25.007>

## REFERÁTUM

# Polipillstratégia a másodlagos cardiovascularis megelőzésben

Castellano JM, et al. Polypill strategy in secondary cardiovascular prevention. *N Engl J Med* 2022;387(11):967-77. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2208275>

A polipill a másodlagos gyógyszeres védekezés kulcsgyógyszereit tartalmazza: aszpirint 100 mg, ACA-gátló ramiprilt (2,5, 5, 10 mg), atorvasztatint 21–40 mg dózisban. 2499 beteget random két csoportba osztva 36 hónapig kísérték. Az elsődleges infarktust elszenvedő 118 (9,5%) beteg a polipillcsoportban volt, míg 156 (12,0%)

a szokásos kezelésben részesült. Másodlagos kulcsesemény 8,2, illetve 11,7%-ban fordult elő. Infarktus után a polipill jelentősen csökkenti a hátrányos cardiovascularis eseményeket.

Apor Péter