

# ÍZÜLETI HŐMÉRSÉKLETEK VIZSGÁLATA PREVENCIÓS JELLEGŰ MOZGÁSPROGRAM HATÁSÁRA E-SPORTOT ŪZŐK KÖRÉBEN-PILOT STUDY

THE EXAMINATION OF JOINT TEMPERATURES AND PREVENTIVE PHYSICAL ACTIVITY AMONG  
PARTICIPANTS IN E-SPORT- A PILOT STUDY

**Oláh Ádám József<sup>1</sup>, Hidvégi Péter<sup>1</sup>, Szemán-Nagy Gábor György<sup>2</sup>, Pucsok József Márton<sup>1</sup>**

*1 Debreceni Egyetem Sporttudományi Koordinációs Intézet, Debrecen 2 Debreceni Egyetem Molekuláris  
Biotechnológiai és Mikrobiológiai Tanszék, Debrecen*

## Összefoglaló

*Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy az ülésben végzett sporttevékenység során a gerinc szakaszok mentén milyen hőmérsékleti elváltozások jönnek létre, továbbá, hogy egy preventív jellegű mozgásprogram hatására e hőmérsékleti értékek milyen irányban változnak. Célja a dolgozatunknak, hogy egy olyan termográfias elemzési eljárást fejlesszen ki, amely segítségével elsősorban e-sportolók gerincén és annak mentén létrejövő terheléseket monitorozza továbbá, hogy a kutatócsoport által megtervezett preventív jellegű mozgásprogram milyen hatással van a terhelés által kifejtett hőmérsékleti értékekre. Kutatásunk során, három egyetemi hallgatóval több hónapos vizsgálatot folytattunk le. Akklimatizációs időt követően egy standardizált hőmérsékletű helyiségben e-sport tevékenységet folytattak a kutatási személyek miközben monitoroztuk a hátuk hőmérsékletét. Az elkészült thermogramokat ImageJ ingyenes felhasználású képelemző szoftverrel elemeztük ki. Az elkészült RGB típusú thermogramokat 8-bites színmélységűre alakítottuk, majd megmértük az ROI (Range of interest) területek pixelintenzitását. Az alábbi ROI területeket különítettük el mérések során: nyak (C-cervicalis), háti (T-thoracalis), ágyéki (L-Lumbalis) szakaszok, valamint e területektől balra (S-sinistrum) és jobbra (D-dextrum) lévő izomcsoportok. Kapott eredményeket öt perces időközökkel adtuk meg. Eredményeink szerint az intervenció nem alkalmazott egyértelmű változást. Három vizsgálati személyből kettőnél a legmelegebb a nyaki szakasz volt, amelyet a háti és ágyéki követett. Általában a gerinc szakaszoktól balra lévő felületek melegebbek voltak, mint a jobbra lévő felületek.*

**Kulcsszavak:** termográfia, ízületi terhelés, e-sport, sporttudomány

## Abstract

*Our research aimed to determine what temperature changes occur along with the spinal segments during seated exercise and in which direction these temperature values change due to a preventive exercise program. This thesis aims to develop a thermographic analysis procedure to monitor the loads generated in and along the spine of mainly e-athletes and to investigate the effect of a preventive exercise program designed by the research team on the temperature values generated by the load. During our research, we conducted a study with three university students over several months. After an acclimatization period, the research subjects performed e-sport activities in a standardized temperature room while their back temperatures were monitored. The resulting thermograms were analyzed using ImageJ free-use image analysis software. The RGB-type thermograms were converted to 8-bit color depth, and the pixel intensity of the ROI (Range of interest) areas was measured. The following ROI areas were isolated during measurements: neck (C-cervical), back (T-thoracic), lumbar (L-lumbar), and muscle groups to the left (S-sinistrum) and right (D-dextrum) of these areas. Results were obtained at five-minute intervals. Our results*



*showed that the intervention did not produce apparent changes. In two out of three subjects, the cervical section was the hottest, followed by the thoracic and lumbar areas. In general, surfaces to the left of the spinal regions were warmer than surfaces to the right.*

**Keywords:** *thermographic analysis, pressure on the joints, e-sport, sport sciences*

## ELMÉLETI HÁTTÉR

Az infravörös termográfia (Infrared Thermography, IRT) egy olyan noninvazív, besugárzás nélküli mérési módszer, amellyel detektálhatjuk sportolók bőrének hőmérsékletét. Már Hippocrates is azt állította, hogy ha a test egy pontja melegebb vagy hidegebb, mint a másik akkor abban a pontban valamilyen betegség található. Az élsportban a sportolók rendkívüli terhelésnek vannak kitéve, gyakoriak az akut és a krónikus sérülések. A sérülések általában olyan elváltozásokból fakadnak, amiknek hatása van a bőr hőmérsékletére (csökkenés, növekedés). Ez a hőmérséklet béli változás monitorozható az IRT-vel, ezzel számos információt szolgáltatva a sportolók állapotáról, aminek nagy jelentősége lehet az edzéstervezésben. Jelen dolgozat sporttevékenység hatására vizsgálja a térd és a csukló ízületét IRT-vel.

## TERMOGRÁFIA TÖRTÉNETE

Az első hő kamerákat a második világháború idejében fejlesztették, cél az éjszakai látás biztosítása volt akkoriban (HILDEBRANDT et al., 2010]. 1934-ben az emberi bőrt jó infrasugár kibocsátó testnek írták le (VAN den HEUVEL et al., 2003), ezzel elkezdődött a hő kamerák potenciális felhasználása a bőr hőmérséklet mérésére (HILDEBRANDT et al., 2010). A bőr hőmérséklet mérésével elérkezett a hő kamerák orvosi használata (NG - ACHARYA, 2009; NG et al., 2009)., majd a sporttudományi felhasználása. Kezdetben a standardizált módszerek hiánya miatt az eredmények reprodukálhatatlanok voltak (ELLIOTT – HEAD, 1999). Ilyen standardizált protokoll például a „Termoinef” (SILLERO-QUINTANA et al., 2015). A standard és megbízható módszerek megjelenésével a hőkamerák népszerűsége nőtt, és több orvostudományi területen szerves részét képezi az eszköztárnak: neurológia, nyitott szívűműtétek (KACZMAREK et al., 1999), érbetegségek diagnosztikája (AMMER, 1996), láz, mellrák detektálás (HEAD – ELLIOT, 1995).

## TECHNIKAI ISMERETEK

Az IRT a többi képalkotó eszközhöz képest nem használ besugárzást és érintkezést, így teljes mértékben ártalmatlan a használata. A testek infravörös sugárzást (0,75 - 1000 mikrométer között) bocsátanak ki, minél nagyobb egy test hőmérséklete annál intenzívebben. Az emberi test emissziós konstansa 0.98 és körülbelül a kibocsátott sugárzás 80%-a 8-15 mikrométer közötti hullámhossz tartományban van (STEKETEE 1973). A hő kamera a germánium lencsén keresztül beérkező sugarakat detektálja és a sugárzás 112 mértékéhez társítja az intenzitásokat és színeket, amiket a thermogramokon láthatunk. A hő kameráknál rendkívül fontos az érzékenység és a felbontás (PLASSMANN et al., 2006). A sporttudományi felhasználásokhoz legalább 320x

240 pixeles felbontású és 50mK érzékenyséű 25-50 mikron térbeli érzékenyséű kamera ajánlott (RING – AMMER, 2000).

## **FIZIKAI, BIOLÓGIAI ALAPOK**

Az emberi testnek különböző hő transzfer mechanizmusai vannak, amelyek nehezítik a termográfiás méréseket (XU – WERNER, 1997).

- Kondukción: két réteg közötti hő transzfer
- Konvekcion: bőr és a környezet közötti áramlásos hő transzfer
- Radiáción: hő transzfer elektromágneses hullámokkal
- Párolgás: izzadság elpárolgása, amely hűti a bőrt

A test, azon belül a bőr hőmérsékletét szervezetünk termoregulációval szabályozza, ami egy rendkívül komplex folyamat, ugyanis befolyásolja a véráramlás sebessége, a szövetek struktúrája és a szimpatikus idegrendszer aktivitása (KELLOG – PERGOLA, 2000). A bőr hőmérsékletét az erek vazodilatációjával és vazokonstrikcióval változtatja szervezetünk. Ha a Ruffini testek nagyobb külső hőmérsékletet érzékelnek, akkor vazokonstrikció történik, ha pedig kisebb hőmérsékletet érzékelnek, akkor vazodilatáció megy végbe az erekben [WALLIN, 1990]. Az erek tágulása és szűkülése kombinálódik a fent felsorolt hő transzfer mechanizmusokkal.

## **HŐ ASZIMMETRIA/SZIMMETRIA**

Az emberi szervezet törekszik a hő szimmetriára két testrész között (VARDASCA, 2008). A túlzott fizikai igénybevétel a túledzetség hatására az egyes testrészekben megnövekedett aszimmetriát mérhetünk (BENELIYAHU, 1990). Termográfiás módszerekkel ezek az aszimmetriák, mérhetők és azonosítható tudjuk mérni és további vizsgálatokat és módszereket alapozhatunk meg:

- egyéni edzésterv
- további képalkotó eljárások
- pihenő
- rehabilitáció

## **ALKALMAZÁSA A SPORTTUDOMÁNYBAN**

A sporttudomány az IRT egyik legtöbb potenciált rejtő ága számos előnye miatt. Viszonylag olcsó eszközök szükségesek hozzá, továbbá sugárzásmentes noninvazív mérésekkel juthatunk információkhoz a sportolókról. Az IRT az alábbi területeken lehet kiemelten hasznos:

- laktát küszöb detektálására (AKIMOV – SONKIN, 2011)
- biomechanikai és anatómiai egyensúly detektálása (VARDASCA, 2008; KOPROWSKI, 2015)
- edzés alatti fáradás monitorozása (HADŽIĆ et al., 2019)
- respirációs ráta nyomon követésére (AKIMOV – SONKIN, 2011)

## CÉLKITŰZÉS

A dinamikusan fejlődő sporttudományban egyre több lehetőségünk van különböző markereken keresztül vizsgálni a sportolók élettani, mechanikai terhelését. COVID-19 járványügyi helyzetben rendkívüli fontosságú volt a betegség megelőzése. A megelőzés egyik oszlopos pontja az érintés mentesség volt. Jelen tanulmányban olyan hardware segítségével vizsgáljuk az ülésben végzett e-sporttevékenység hatására létrejövő terhelést, amely nem igényel semmilyen jellegű testi kontaktust. A termográfias módszer segítségével célunk, hogy olyan eljárási rendet írjunk le, amellyel könnyedén mérhető és kiértékelhető a tevékenység során létrejövő terhelés. Kutatási kérdéseink a következők:

1. Melyik gerinc szakasznak van a legnagyobb hőmérséklete?
2. Gerinc szakaszok mentén, melyik oldalon van nagyobb hőmérséklet?
3. Intervenció hatására milyen irányba tolnak el a hőmérsékleti értékek?

A kutatási kérdéseink szerint megfogalmazott hipotéziseink a következők:

*H1:* A nyaki gerinc szakasz hőmérséklete a legnagyobb.

*H2:* A gerinctől oldalra lévő területek hőmérséklete megegyező.

*H3:* Az intervenció hatására a kezdeti hőmérséklet növekedése mellett csökken a hősaszimmetria.

## MÓDSZEREK

A vizsgálatokhoz egy Rollei R22638 típusú állványhoz csatlakoztatott Infray Xtherm T3s nevű hő kamerát használtam fel. Legfontosabb technikai jellemzői: 13mm-es fókusztávolság, 383x288 pixeles fizikai szenzorfelbontás, 17µm-es pixel méret, valamint 1.3 mrad-os IFOV érték. Egyszerű használata arra vezethető vissza, hogy Android rendszerű mobiltelefonnal is kompatibilis.

## STANDARDIZÁLÁS

A gerinc hőmérsékletének monitorozása standardizált körülmények között történt. A mérések alatt állandó 21 C°-ot biztosítottuk. Minden mérésnél a vizsgálati személyek háta 230 cm-re helyezkedett el a hő kamerától. A vizsgálat résztvevőin nem voltak mérést zavaró tényezők (szőrzet, tetoválás stb.). Mérések előtt 20 perces akklimatizációs időt határoztunk meg felső ruházat nélkül hason fekvésben, melynek célja az volt, hogy a szervezete a szoba hőmérsékletére reagálva felvegyen egy állandó hőmérsékletet.

## MÉRÉSI PROTOKOL

A kutatás során három férfi egyetemi hallgató gerincének a hőmérsékletét mértük E-sport tevékenység közben. A vizsgáltban résztvevőknek minden mérés előtt 20 perc akklimatizációs időt tettünk kötelezővé, melynek célja a szoba hőmérsékletének felvétele, az esetleges előzetes terhelésekből adódó hőmérsékleti változások kiegyenlítése. Az akklimatizációs idő végeztével a vizsgált személyek egy előre kikészített játékkonzol állomáshoz ültek le egy háttámla nélküli székre. A gerinc hőmérsékletét 5 percenként fényképezük le a hő kamera segítségével. A vizsgált személyeken összesen 8 mérés történt meg. Az első-négy mérés során az akklimatizációs idő leteltével egyből leültek a

játékállomáshoz, míg a következő négy mérésnél az akklimatizációs idő leteltével egy általunk összeállított szék segítségével végzendő preventív jellegű mozgásprogramot iktattunk be. A mozgásprogram az alábbi elemeket tartalmazta.

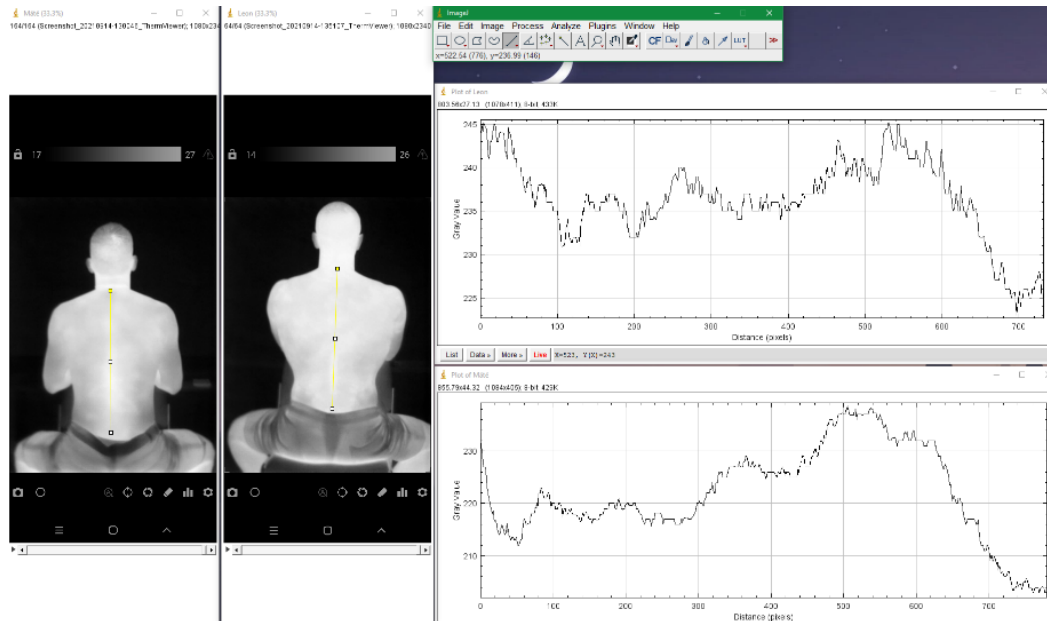
Ülésben végzett gyakorlatok:

- fejkörzések
- fejfordítások
- homorító-domborító gyakorlatok csípőre és tarkóra tartással
- törzshajlítások
- törzsfordítások
- malomkörzések

A mozgásprogram tervezésénél figyelembe vettük az alapértékekből származó adatokat, továbbá fontos kritérium volt az alacsony intenzitás az izzadás elkerülése végett.

### **KÉPSZEKVENCIA ELEMZÉS**

A monitorozás során kapott képszekvenciákat betöltöttük az ImageJ szoftverbe, ahol az eredeti RGB típusú képeket 8-bites formátumba konvertáltuk át. A kapott 8 bites képszekvenciákon elvégeztük a fényintenzitás alapú elemzést. A mérések során a fény intenzitást használtuk adatként. Az elemzésnél a képszekvenciákon surface plot (1. ábra) segítségével megkaptuk az átlagos fényintenzitás a nyaki régiótól az ágyéki régióig. Az adatokat átmentettük Excel-be ahol tovább folytattuk az adatok értékelését és vizualizálását. Az ROI megválasztása során több régiót határoltunk el. A képelemzések során a minta szerint, meghatározott pixel területeket mértünk ki a lehető legnagyobb pontossággal. Alábbi ábrán látható régiók jelölései a következők: CS-Cervicalis sinsitrum;C-Cervicalis;CD-Cervicalis dextrum;TS-Thoracalis sinsitrum;T-Thoracalis;TD-Thoracalis dextrum;LS-Lumbalis sinsitrum;L-Lumbalis;LD-Lumbalis dextrum.

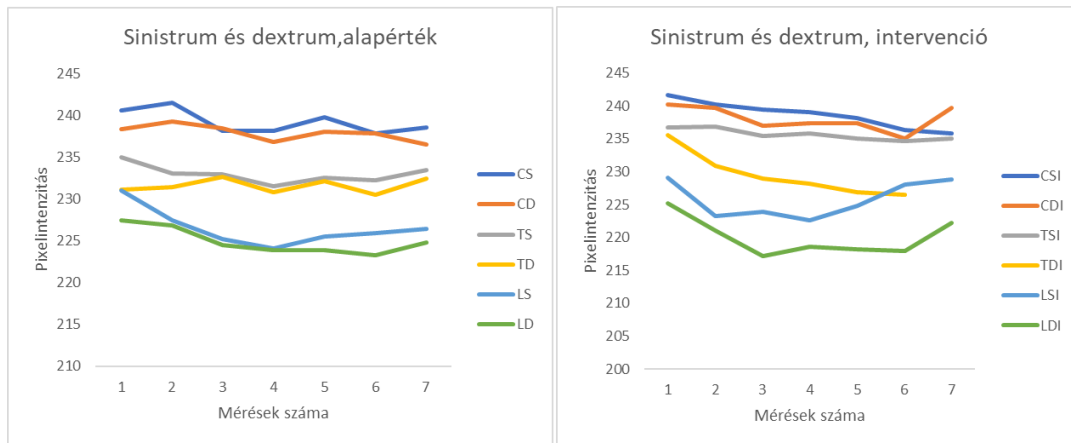


1. ábra: Surface plot

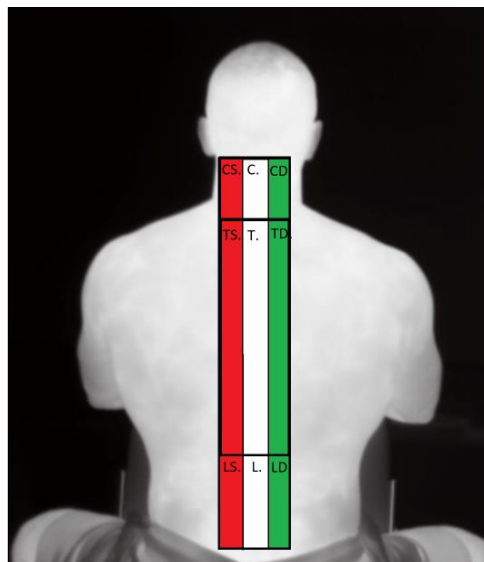
## EREDMÉNYEK

### SINISTRUM ÉS DEXTRUM KÖZÖTTI KÜLÖNBSÉGEK

A méréseink eredményei az első résztvevőnél (2. ábra) intervenció nélkül az alábbiak szerint alakult. Összességében a nyaki gerincszakasztól balra és jobbra lévő terület volt a legmelegebb, amelyet a háti szakasz majd az ágyéki szakasz követett. A régiókon belül (3. ábra) az alapértékeknél mindig a gerinctől balra lévő területen voltak nagyobb pixelintenzitások. Az értékek csökkenő tendenciát mutatnak viszont a 20. percnél a TS, LS növekedésnek indul. Az intervenció után készített thermogrammok elemzésénél azon eredményeket kaptuk, miszerint megmaradt a nyaki-háti- ágyéki hőmérsékleti sor és továbbá is a gerincszakasz baloldalán lévő területek a melegebbek. Az intervenció hatására a háti és ágyéki szakasznál nőtt a hő aszimmetria.

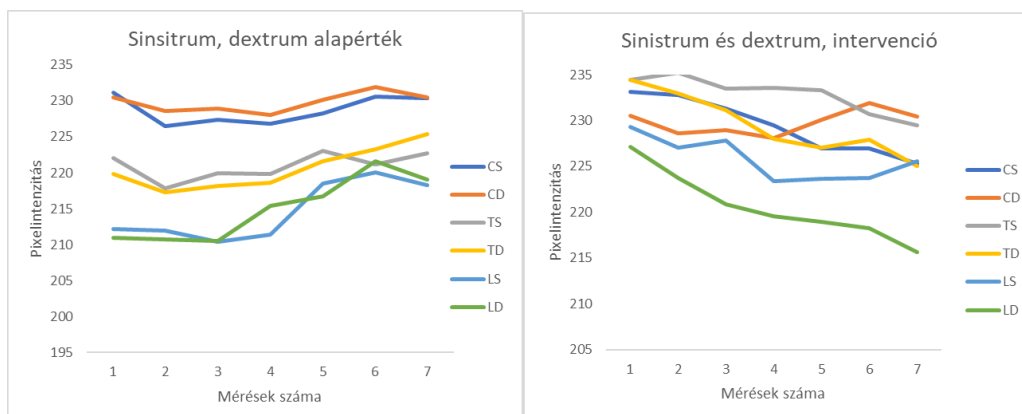


2. ábra: Első személy sinistrum és dextrum értéke



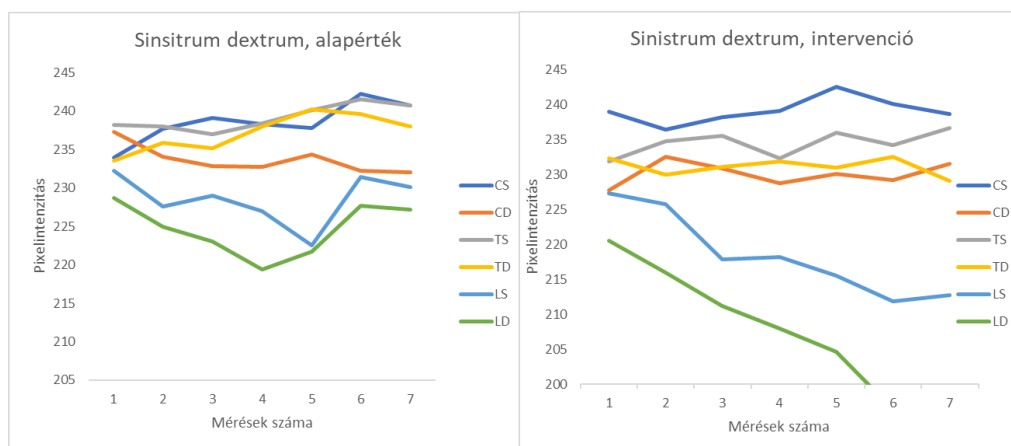
3. ábra: ROI régiók

A második résztvevőnél (4. ábra) az alapértékek hasonlóan alakultak, ugyanis a nyaki szakasz melletti területek voltak a legmelegebbek, amit a háti majd az ágyéki követett. Az intervenció hatására az összes régiónál nőtt az aszimmetria. a TS régió a nyaki hőmérsékleteket is meghaladta.



4. ábra: Második személy sinistrum és dextrum értékei

A harmadik résztvevő esetében (5. ábra) a nyaki és háti régióknál intervenció nélkül nagyobb volt az aszimmetria, mint az előző résztvevőknél. Ezen aszimmetriát az intervenció az ágyéki régióknál növelte.

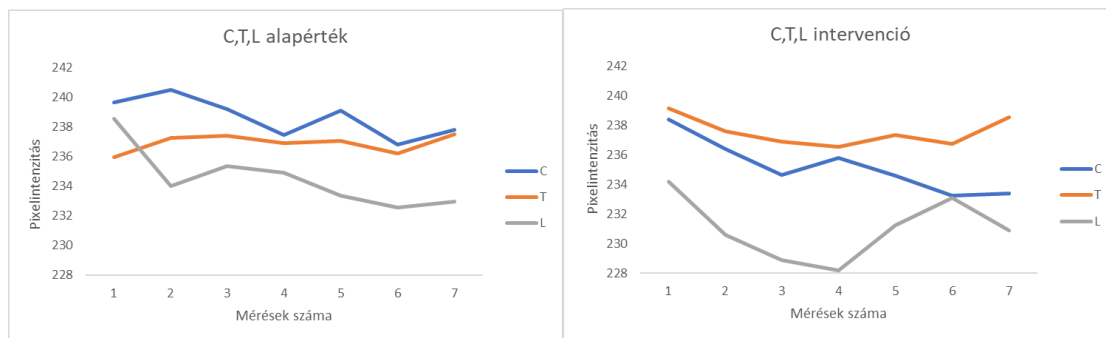


5. ábra: Harmadik személy sinistrum és dextrum értékei

## CERVICALIS, THORACALIS ÉS LUMBALIS RÉGIÓ

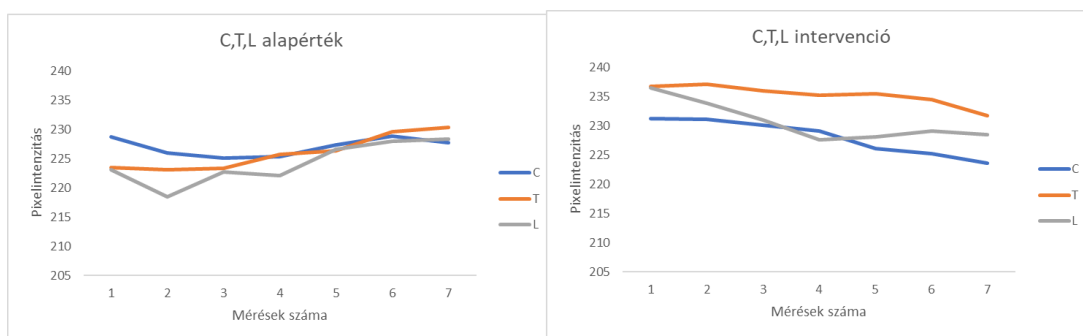
Az első vizsgálati személynél (6. ábra) az intervenció nélküli méréseknél azt tapasztaltuk, hogy a nyaki régió volt kezdetben a legmelegebb, amelyet az ágyéki követett az ötödik percig. A mérések további időtartamában beállt a szokásos nyaki- háti-ágyéki szakasz hőmérsékleti sor. Az intervenció hatására a háti szakasz kezdeti hőmérséklete növekedett. A monitorozás során azt figyelhettük meg, hogy míg az alapértéknél folyamatosan csökken a lumbális szakasz hőmérséklete, az intervenció mérések átlag értékben a tizenötödik percnél növekedésnek indult.





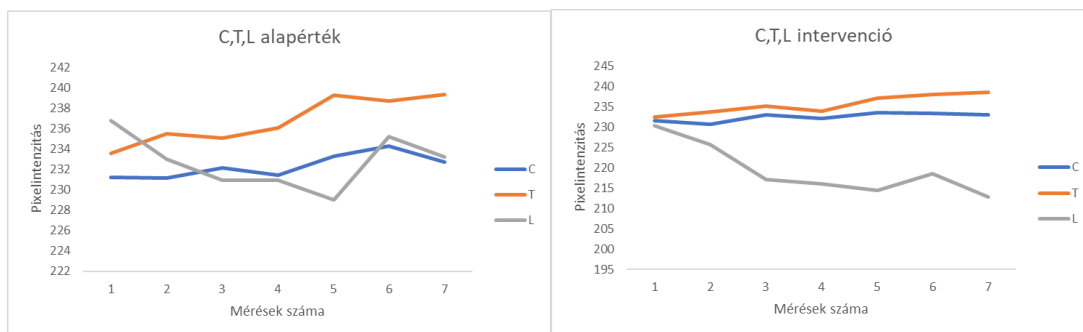
6. ábra: Első személy gerinc szakaszainak értékei

A második résztvevő esetén (7. ábra) a gerinc szakaszok az alábbiak szerint alakultak. Az alapértékek felvételénél láthattuk, hogy az első személyhez képest alacsonyabbak az értékek, továbbá látható, hogy a vertikális aszimmetria kisebb értékű. Az alapértékeknél a mérés elején a nyaki szakasz volt a legmelegebb, amit a háti és ágyéki követett. Mozgásprogram hatására a háti régió lett a legmelegebb, amit az ágyéki, majd a nyaki követett.



7. ábra: Második személy gerinc szakaszainak értékei

A harmadik résztvevőnél (8. ábra) azt tapasztalhatjuk, hogy az alapértékeknél és az intervenció után is a háti szakasz hőmérsékleti értékei voltak a legmagasabbak. A mozgásprogram hatására csökkent a háti és nyaki régió közötti vertikális aszimmetria.



8. ábra: Harmadik személy gerinc szakaszainak értékei

## MEGBESZÉLÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy ülésben végzett e-sport tevékenység során, milyen hőmérsékleti értékek mérhetőek, továbbá, hogy ezen értékek milyen mértékben változhatnak egy általunk tervezett mozgásprogram hatására. Méréseinket COVID-19 aktuális helyzete végett, kis elemszámmal tudtuk elvégezni egyetemi hallgatókon. Az elkészült hő képeken kilenc ROI területet különítettünk el: CS-C-CD; TS-T-TD; LS-L-LD. Képszekvenciák elemzéséből származó pixelintenzitásokat (0-255) elsősorban arra használtuk, hogy a gerinc szakaszoktól oldalra elterülő területek milyen hőmérsékleti értékűek. Eredményeink szerint az esetek nagyobb százalékában megfigyelhető, hogy a nyaki régió két oldalán lévő hőmérsékletek a legnagyobbak, amit a háti és ágyéki szakasz követ. Továbbá megfigyelhető, hogy intervenció nélkül és annak hatására is a gerinc szakasztól balra elterülő régiók nagyobb hőmérsékletűek, mint a gerincszakaszoktól jobbra elterülő régiók. Másodsorban a gerincszakaszokon uralkodó hőmérsékleti értékek kiértékelése volt a cél. Eredményeink szerint az első két vizsgálati személynél, az alapértékeknél nyaki- háti-ágyéki sor volt megfigyelhető, míg a harmadik személynél a háti szakasz hőmérséklete megelőzte a nyaki szakaszét. Az intervenció hatására mindhárom személynél a háti szakasz bizonyult a legmelegebbnek. Az első hipotézisünk, miszerint a nyaki szakasz a legmelegebb, elvetjük, mivel mind intervenció előtt és után is legtöbb esetben a háti szakasz volt a legmelegebb. A második hipotézisünket szintén elvetjük, mivel többségében a gerincszakaszoktól balra lévő területek hőmérséklete volt a nagyobb. A harmadik hipotézisünkben azt feltételeztük, hogy intervenció hatására nő a kezdeti hőmérséklet, továbbá csökken a hő aszimmetria. Ezen hipotézisünket félig igazoltuk, mivel a kezdeti hőmérsékletet általában megnövelte a mozgásprogram, viszont a párba tartozó régiók közötti hőmérsékletek közötti különbséget általában növelte. A megfelelően használt termográfias eljárásokkal számos sportágban megállapíthatjuk a maximum terhelést, előre jelezhetjük a sérüléseket és nyomon követhetjük a stresszre adott választ. Termográfias mérések sokoldalúsága abban rejlik, hogy a szervezetet érő különböző hatások termoregulációs szabályzásban való változást okoznak. Limitációja ezen eljárásoknak, hogy standardizált körülmények biztosítása elengedhetetlen a reprodukálhatóság és a validitás érdekében. A jövőben nagyobb vizsgálati mintán végzett vizsgálatokra lenne szükség, nemcsak az E-sport hanem egyéb sportágak területén is.

*A publikáció elkészítését az EFOP 3.6.1-16-2016-00022 „Debrecen Venture Catapult Program” projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.*

## IRODALOMJEGYZÉK

Akimov, E. B., & Sonkin, V. D. (2011). Skin temperature and lactate threshold muscle work in athletes. *Human Physiology*, 37(5), 621-628.

Ammer, K. (1996). Diagnosis of Raynaud's phenomenon by thermography. *Skin Research and Technology*, 2(4), 182-185.

BenEliyahu, D. J. (1990). Infrared thermography in the diagnosis and management of sports injuries: a clinical study and literature review. *Chiropractic Sports Medicine*, 4(2), 41-53.

Elliot, R. L., & Head, J. F. (1999). Medical infrared imaging in the twenty-first century. *Thermology International*, 9(4), 111.

Hadžić, V., Širok, B., Malneršič, A., & Čoh, M. (2019). Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study. *Journal of sport and health science*, 8(1), 89-92.

Head, J. F., & Elliott, R. L. (1997). Thermography: its relation to pathologic characteristics, vascularity, proliferation rate, and survival of patients with invasive ductal carcinoma of the breast. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, 79(1), 186-188.

Hildebrandt, C., Raschner, C., & Ammer, K. (2010). An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, 10(5), 4700-4715. Hildebrandt, C., Raschner, C., & Ammer, K. (2010). An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, 10(5), 4700-4715..

Kaczmarek, M., Nowakowski, A., Siebert, J., & Rogowski, J. (1999, April). Infrared thermography: applications in heart surgery. In *Optoelectronic and Electronic Sensors III* (Vol. 3730, pp. 184-188). International Society for Optics and Photonics.

Kellogg, D. L., & Pérgola, P. (2000). Skin responses to exercise and training. *Exercise and Sport Science*, 239-250.

Koprowski, R. (2015). Automatic analysis of the trunk thermal images from healthy subjects and patients with faulty posture. *Computers in biology and medicine*, 62, 110-118.

Ng, E. Y. K., & Acharya, R. U. (2009). Remote-sensing infrared thermography. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 28(1), 76-83.

Ng, W. K., Ng, Y. K., & Tan, Y. K. (2009). Qualitative study of sexual functioning in couples with erectile dysfunction: prospective evaluation of the thermography diagnostic system. *The Journal of reproductive medicine*, 54(11-12), 698-705.

Plassmann, P., Ring, E. F. J., & Jones, C. D. (2006). Quality assurance of thermal imaging systems in medicine. *Thermology international*, 16(1), 10-15.

Ring, E. F. J., & Ammer, K. (2000). The technique of infrared imaging in medicine. *Thermology international*, 10(1), 7-14. Ring, E. F. J., & Ammer, K. (2000). The technique of infrared imaging in medicine. *Thermology international*, 10(1), 7-14.

Sillero-Quintana, M., Fernandez-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., & Marins, J. B. (2015). Protocol for thermographic assessment in humans. In *Pre-Congress XIII EAT Congress, no. SEPTEMBER*. <https://doi.org/10.13140/RG> (Vol. 2, No. 1749.2969).

Steketee, J. (1973). Spectral emissivity of skin and pericardium. *Physics in Medicine & Biology*, 18(5), 686.

Van den Heuvel, C. J., & Ferguson, S.A., Dawson, D, & Gilbert , S. S. (2003). Comparison of digital infrared thermal imaging (DITI) with contact thermometry: pilot data from a sleep research laboratory. *Physiol Meas* 24:717.

Vardasca, R. (2008). Symmetry of temperature distribution in the upper and lower extremities. *Thermol. Int.*, 18, 154–155.

Wallin, B. G. (1990). Neural control of human skin blood flow. *Journal of the autonomic nervous system*, 30, S185-S190.

Xu, X., & Werner, J. (1997). A dynamic model of the human/clothing/environment-system. *Applied human science*, 16(2), 61-75.