

Érdekes rész ebben a visszaemlékezésben, hogy Nernst felismerte, hogy a fahő görbéi hasonló menetűek, mint amelyet Einstein a kvantumelmélet alapján megjósolt, ezért konzultált Planckkal, Einsteinnel és Sommerfelddel. Nernst az olyan matematikai absztrakciókat, amelyekhez nem tudott fizikai modellt rendelni, nem szerette.

Ekkor már sokan foglalkoztak a témával, és nagy viták folytak. A megoldást az „elfajult”, degenerált állapot bevezetése hozta, és Nernst elmélete teljes győzelmet aratott. Természetesen Lindemann és Simon is megemlékezett az 1. világháború utáni fotokémiai, kozmogóniai kutatásairól, valamint tudományszervezői tevékenységéről, kitüntetéséről stb. is. „Az egyetemről nyugdíjazták, és minden más tisztségből felmentették, amiben döntő szerepet játszott, hogy a nemzetiszocialista rezsim feleségének tekintették. Visszavonult birtokára, ahol már csak feleségével élt, mert lányai zsidó származású férjikkel elmenekültek Németországból. Itt érte a végzetes szívroham 1941 novemberében. . .

Aki ismerte őt, arra Nernst felejtethetetlen benyomást tett. Amilyen gyorsasággal megértette az új elképzeléseket, azok alkalmazhatóságának keresése, az a világság, amellyel a legelvonatibb gondolatokat is elő tudta adni, egyediv tette a tudósok között. A butákat nehezen viselte el, viszont kiváló barátja volt azoknak, akik tudták értékelni őt. Diákjai, akik emlékeznek kedveségére, humorérzékére, elkötelezettségére, örökké hálással fogják őrizni emlékezetükben.”

Nernst rendkívül sok kitüntetésének felsorolása szétfeszítené az írás kereteit, de mindenképpen helyénvaló megemlékeznünk arról, hogy 1899-ben Than Károly ajánlására lett a Magyar Tudományos Akadémia tagja. Ugyanekkor, ugyancsak Than javaslatára, Bugarszky az MTA levelező tagja lett. Bár az MTA tagjai között akkor még aránylag kevés volt a természettudós, a tiszteleti tagok között megtaláljuk a 19. század német, angol, francia, orosz nagyságait, így a kémikusok közül a következőket: Bunsen, Dumas, Faraday, Liebig (1858), Regnault (1861), Clausius, Helmholtz, Kirchhoff (1872), William Thomson (Lord Kelvin) (1873), Pasteur, Sainte-Claire-Deville, (1881), Berthelot (1882), Hofmann (1889), van 't Hoff (1891), Wilhelm Ostwald (1897), Boltzmann,

Ludwig, Mengyelejev (1900), Moissan (1902), Ramsay (1904), John William Strutt (Lord Rayleigh) (1914).

Ajánlásában Than értőn, cikkei és nevezetes könyve alapján ismerteti Nernst addigi munkásságát [10]. A Nernst-egyenletre vonatkozó összefoglaló rész így hangzik: „Ebből kifolyólag sikerült Nernstnek a 2-ik számú és későbbi dolgozataiban, kapcsolatban a van 't Hoff-féle törvénnyel, a galvánelemek elméletét teljesen új alapra fektetni. Egész szabatossággal kimutatta, hogy a folyadék-elemekben és a galvánelemekben az elektromos energiának keletkezése, az osmosis-energiának egyenértékű és megfordítható átváltozására vezethető vissza. E buvárlataival a száz év óta vitatott, de fel nem derített Volta-féle problémát teljes szabatossággal és világossággal oldotta meg. Ennek legfontosabb következménye volt a chemiában, az elemek abszolút elektromos potenciáljának megállapítása, mely szabatos mértéke az elemek chemiai rokonságának.”

Ő sem vette észre a van 't Hoff elképzelésében rejlő csapdát, ami Nernst elméletének is hibája. Mindazonáltal abban igaza van, hogy Nernst kémiai termodinamikai magyarázatot adott a galvánelemek működésére, míg Volta a fémek közötti kontaktpotenciálban vélte felfedezni a galvánelemek működésének mibenlétét. Az idézet másik nehezen érthető kijelentését az utolsó mondatban találjuk, ez a megfogalmazás sem helytálló mai tudásunkkal összevetve.

IRODALOM

- [1] Walther Nernst, Nobel Lecture, December 12, 1921 <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1920/nernst/lecture/>
- [2] <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1920/nernst/nominations/>
- [3] W. Nernst, D.R.P. 104 872, 1897.
- [4] <https://edisoncenter.org/NernstLamps.html>
- [5] R. A. Millikan, Walther Nernst, a great physicist, passes. The Scientific Monthly (1942) 54(1), 84–86.
- [6] A. Einstein, The work and personality of Walther Nernst. The Scientific Monthly (1942) 54(2), 195–196.
- [7] Inzelt Gy., Természettudomány háborúban és békeidőben. Tudósok és az első világháború. Typotex, Budapest, 2020, 1942–1970.
- [8] https://de.wikipedia.org/wiki/Walther_Nernst
- [9] F. A. Lindemann, F. E. Simon, Walther Nernst, 1864–1941. Obituary Notices of Fellows of the Royal Society (1942) 4(11), 101–112.
- [10] Magyar Tudományos Akadémia tagajánlások 1899-ben. Hornyánszky Viktor Cs. és Kir. udvari könyvnyomdája, Budapest, 1899. 36–37.

Kutasi Csaba

Forma–1 versenyek: védekezés a hőstressz ellen, védelmet fokozó textilalapú termékek

A 2023-as Katari Nagydíjon Logan Sargeant hóguta miatt kénytelen volt kiállni a futamból. Esteban Ocon gyomortartalma a verseny közben „visszajött” a nagy meleg okozta roszullét során, Lance Stroll pedig rövid időre az eszméletét is elvesztette. Mérésekkel kimutatták, hogy a szűk Forma–1-es pilótafülke rendkívüli mértékben felforrósodhat, előfordul, hogy a hő-

mérséklet 50–60 °C körülire emelkedik a verseny jellegétől és a versenypálya helyétől függően. Az idei bahreini nagydíj leintése után vált ismertté, hogy a versenyen észrevétlenül debütált a hordható hűtőmellény. A futam díjátadója előtt George Russell a pihenőszobában meglazította speciális overáljának felső részét, és ekkor kiderült, hogy a verseny alatt rajta volt a FIA 2025-ben



megjelent, hűtést biztosító ruházatkiegészítője. A versenyzők védelmét számos olyan eszköz szolgálja, amely textilanyagokkal kapcsolatos.

A verseny közbeni hőterhelés és csökkentése

A Nemzetközi Automobil Szövetség (FIA) a két évvel ezelőtti katarai futam fokozott hőterheléses körülményeinek elkerülése érdekében arról határozott, hogy a versenyzők egészségének védelme érdekében a legmelegebb versenyekre megfelelő *hűtőmellényt* kapjanak. Az új ruházatkiegészítő a versenyautóba telepített sajátos felépítésű *hűtőszervezethez* kapcsolódik, és a flexibilis vezetékek közvetítésével keringteti a *hűtött folyadékot* a felsőtesten viselt ruhadarab csőrendszerében. A versenyző testét hűtő speciális termék viselését a kipróbálás előtt többek között a *csőcsatlakozó* és így a vezetést korlátozó kényelmetlenség miatt aggályosnak tartották. *George Russell* élesben vállalta a *próbahordást*, és a FIA erre engedélyt adott, ha 30,5 °C fölé növekszik a külső hőmérséklet a verseny rajtja előtt. A pilóta *kedvező tapasztalatról* számolt be, bízva a további tökéletesítő megoldásokban. 2025-ben még opcionális a hűtőmellény használata, a csapatok és a versenyzők dönthetnek az alkalmazásról.



A 2023. évi Katari Nagydíjon hőkimerüléssel kizáródás miatt kiállt Logan Sargeant versenyzőt a csapattársak kitámogatják a boxba (bejelölve a csuromvízre átizzadt overál)

A Forma-1-es pilóták hőterhelése

A pilótafülke rendkívüli mértékben, 50–60 °C körülire is felforrósodhat a helyi körülményektől függően. A *szervezet túlhevülése* (hőkimerülés, hóguta) esetén különböző tünetek jelentkeznek. A *hőkimerülés* bekövetkeztekor szédülés, fejfájás, fokozott verejtékezés, elájulás-érzés, sápadt és hideg bőr, izomgörcs mutatkozik. A pulzus felgyorsul, akár elnyomhatóvá válik. A *hóguta* 39,4–40,6 °C testhőmérséklet-tartományban alakul ki, mert a szervezet hőleadását biztosító verejtékezés csökken, majd leáll, a test maghőmérséklete megemelkedik. A hóguta kezdeti stádiumában a szervezet még képes kompenzálni, kerülve a keringési rendszer összeomlását, egyúttal kipirul, forró lesz a bőrfelület. Később a *keringés* fokozatosan egyre rendezetlenebb lesz, a bőrközelbe egyre kevesebb vér kerül. Magas vérnyomás, szapora pulzus, csillapíthatatlan fejfájás, tájékozódási zavar, tudatállapotváltozás, eszméletvesztés következhet be.

A szervezet fokozott hőterhelése (hőstressz) esetén több – akár együttesen fellépő – tünet jelentkezik, így többek között előfor-

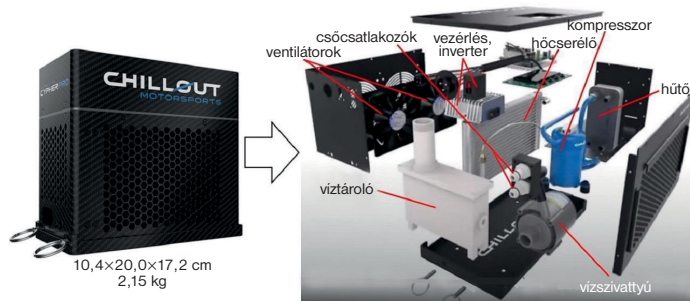
dulhat szédülés, koncentrációzavar, kábultság, bódulat, hányinger és hányás is. Segítség (hűvös térben elhelyezés, hideg vizes borogatás, eszméletnél lévő beteg itatása, orvosi segítség igénybevétele stb.) hiányában az elhatalmasodó hóguta igen súlyos *szervi károsodásokkal* jár, akár végzetes is lehet.

A fokozott hőterhelés miatti kisebb tünetek megjelenése is rendkívüli veszélyekkel járhat. Közismert, hogy a Forma-1-es pilóták a *másodperc törtrésze* alatt ítélik meg a precíziós kormányzást, miközben akár 300 kilométer/órás sebességgel száguldanak, és a pályára, az ellenfeleikre és a rádiójukon vagy a kormányon keresztül adott visszajelzésekre is kell koncentrálniuk. A kanyarodás és a fékezés során a versenyzőket *5g-t meghaladó* hatás éri. Továbbá a *fékpedal* minden egyes lenyomása 600–700 newton erőt igényel, ami egy 90 perces verseny során közel 570 000 newton összehatásnak felel meg. Nem túlzás, hogy a Forma-1-es versenyzőkre olyan igénybevételek hatnak, mint a *katonai vadászpilóták*é a pilótáira. Érthető, hogy ez nyak- és hátfájdalmakkal vagy a *perifériás látás* elvesztésével is párosul. A sebességváltó és a motor vezetőhöz való közvetlen közelsége miatt a *konvektív hőátadás* révén több mint *3%-os testtömegvesztés* alakul ki a verseny során, ezért kiemelt jelentőségű az optimális *hidratáltság*.

A verseny közben fellépő erők hatásainak leküzdése érdekében fontos a törzs és a nyak *edzése* a nagy terhelésekkel szembeni felkészítés érdekében. A pilóták az *aerob kapacitásukat* is növelik zsír-égetéssel, miközben a meglévő izomzatot megtartják.

A versenyautóba telepíthető hűtőberendezés

A mindössze *2,15 kg* súlyú, kis méretű hűtőegység maximum *400 W* hűtési teljesítményt produkál, a felhasználó *-5 °C* és *30 °C* közötti hőmérsékletet állíthat be. Az alaplap vezérli a hűtés működését, hogy a keringtetőfolyadék elérje a műszerfalra szerelt *táv-irányítóval* beállított hőmérsékletet. A két – belső kefe nélküli villamos motorral hajtott – ventilátor összesen kb. *595 m³/óra* levegő mozgatására képes. A további súlycsökkentés érdekében a *fejlesztés-inverter* könnyű változata is opcionálisan rendelkezésre áll, ami *0,5 kg-mal csökkenti* a hűtőrendszer súlyát. A *szén-dioxid* alapulemezek és a *gyorskioldó* csapoknak köszönhetően a verseny csapatok gyorsan és egyszerűen cserélhetik a hűtőegységet.



A telepíthető hűtőberendezés főbb részei

A felhasználó akár előhűtheti az egységet, amely *12 V-os* járműtáppal vagy *12 V-os* újratölthető akkumulátorral működtethető.

A csapatok ezt egyelőre csak akkor telepíthetik a versenyautóikba, ha a *külső hőmérséklet* kritikus tartományba kerül, azaz eléri vagy túllépi a *31 °C*-ot.

A fejlesztés egyik fő kihívása annak biztosítása volt, hogy a hűtőberendezés ütközés esetén megfeleljen, többek között, a szigorú *tűzállósági* szabályoknak, beleértve a versenyző által viselt hűtőmellény tűzzel szembeni és egyéb ellenálló képességét.



Az F1-hűtőmellény és működése

Az F1 új hűtőmellénye közel 50 méteres csővezetékekkel kombinált póló, amelyben a hűtött folyadékot a hűtőegységben működő szivattyúval a versenyző felsőteste körül folyamatosan áramoltatják. A vizet a versenyautóban egy erre a célra kialakított kisebb tartályban tárolják; egy mikroprocesszorral és a hőmérsékletet alacsonyan tartó jégmentes technológiával gondoskodnak a hőfok tartásáról.

A versenyzők védőruházatának (overál, maszk, alsóruházat, zokni, kesztyű) szigorú előírásai a lángállóságra, a hőátbocsátási ellenállásra, a mechanikai kritériumokra terjednek ki. A FIA legújabb – 2020-tól érvényes – szabványa szerint tesztelt versenyruhának legalább 12 másodpercig ellen kell állniuk a közvetlen lángnak, utánizzás nem megengedett, a láng általi hőátadás jelentősen korlátozott, olvadákcsepegés nem lehet, varrat nem válhat szét. Természetesen a láng- és hőállósági előírások a hűtőmellény egészeire vonatkoznak (textilanyag, csőrendszer stb.). Az alkalmas alsóruházat alapvetően mesterséges eredetű lángálló szálakból [FR (flame-retardant) jelölésűek, pl. lángmentesítő foszforvegyülettel kombinált viszkóz, poliészter, akril stb.], illetve speciális, harmadik generációs szálanyagokból (pl. aromás poliamidok, poliamid-imid, polifenilén-benzoxazol stb.) készül kényelmes kivitelben.

A FIA új szabályt alkotott: amennyiben egy pilóta úgy dönt, hogy 2025-ben nem hord hűtőmellényt, akkor 500 g súlyú plusz ballasztot kell vinnie a pilótafülkében (a versenyelőny elkerülésére).



A hűtőmellény és működtetése

2026-tól vezetnek be az új rendszert

A 2026-os F1-szezonban bevezetik a hűtési rendszert. Mivel a rendszert csak a 31 °C-os előrejelzés elérésekor szerelik fel az autókra, a pilóták lehetőséget kapnak arra is, hogy ne használják.

Egyelőre még vannak kritikus hangok a versenyzők részéről: George Russel (brit versenyző, Mercedes-csapat) szerint „ez nem személyre szabott mellény, standard specifikáció, szóval lehet még javítani a kényelem szempontjából, mert sok vezeték van a bordád körül, és miközben kanyarogsz, nem túl kényelmes”. Esteban Ocon (francia versenyző, Haas–Ferrari-csapat) markánsan kritizálta az eddig kifejlesztett rendszert, mert a hűtőmellény „túl nagy, közismert, hogy mindenhol milyen szoros az ülés; ahol az összes cső össze van kötve, olyan, mint egy csőcsomó”. Ocon egyike volt azon kevés pilótáknak, akik kétségbe vonták, hogy egyáltalán szükség van-e a hűtőrendszerre/mellényre. Ezzel Lewis Hamilton (brit versenyző, Ferrari-csapat) is egyetértett, mondván, hogy a pilóták korábban megbirkóztak a meleg körülményekkel, és hangsúlyozta, hogy „a versenyzésnek keménynek kell lennie”.

Elvileg még van idő arra, hogy további bizonyítási tanulmányok készüljenek a koncepcióról, és tovább javítsák, tökéletesítsék a hűtési rendszert a 2026 előtti bevezetésig.

Nagy kérdés, hogy hány fokos lesz a levegő a Hungaroringen az idei augusztus 3-i magyar nagydíjon.

Textilalapú anyagok a Forma–1 világában

A textil- és ruhaipar termékei közvetlenül és közvetett módon is számos területen megjelennek a Forma–1 világában. Először is: a műszaki textíliák körébe tartozó kompozitszerkezetek erősítővázai döntően harmadik generációs szálanyagokból kialakított struktúrák. A gumiabroncsok egyes kordvázai, a különböző hajtósíjak igénybevételeket viselő betétjei is speciális textilanyagok. Fontos szerepet töltenek be a több céllal használt szűrőkelmek, a kerámiaszálból készült szigetelők, a gumiabroncsokat melegítő paplanok vagy éppen a kerekeket baleset esetén rögzítő pántok. A hatpontos biztonsági övek, a versenyzők komfortos védőöltözékéi (arc- és fejvédő maszk, ruházat, zokni, kesztyű), a sisak a HANS-rendszerrel alapvető életmentő textiltermékek. A műszaki mentőcsapat, az orvosi team és a boxszemélyzet ruházata, az egyéni védőeszközöket megtestesítő öltözékiegészítők szintén a kiszolgáló személyzet óvására szolgálnak. Az új pályák építése, a meglévő vonalvezetésének módosítása a geotextíliákkal való alapozással kezdődik. A versenypálya körüli textilépítészeti kialakítások fő anyagai a kompozit jellegű membránszerkezetek. A szilárd aszfaltsáv melletti, helyenkénti műfű is összetett textil-szerkezet. Az üvegszál optika kábelek a műszaki kommunikáció fontos eszközei. A versenybírók zászlói, a reklám- és csapatlobogók és a molinók is a textiliparral kapcsolatosak.

Kompozitszerkezetek a versenyautóban

A fontosabbakat kiemelve: a monocoque (a versenyző körüli tül-élő cella), a karosszériaelemek, a légtelölő lapok és szárnyak, az egyes futómű-alkatrészek, a kormány, a fékszerkezetek (tárcsa, betét) nagy szilárdságú és szívósságú, kis tömegű kompozitokból készülnek. Az anyagkombinációkból felépülő, mesterséges anyagcsalád annyira népszerű, hogy felhasználása kétszerese az acélénak. Az alapanyag a mátrix, az erősítő és egyéb elemek második fázis elnevezéssel terjednek el. A – döntően textilalapú – erősítőváz teszi lehetővé, hogy az alapanyagától eltérő, kedvezőbb tulajdonságok legyenek elérhetőek. A kompozitok előnye tehát egyrészt, hogy a tulajdonságok kombinációjaként újabb képességek hozhatók létre. Másrészt ezek a tulajdonságok egy adott tartományon belül folyamatosan változhatnak (olyan fizikai jellemzőkkel is rendelkezhetnek, melyek külön-külön nem érhetőek el önállóan a mátrix- és az erősítőanyaggal). Az elsősorban epoxigyantával (valamint poliészter mátrixszal, vinil-észter- és akrilgyantával, PVC-vel, teflonnal) végzett kenéssel, rétegezéssel kialakított összetett szerkezetek szilárdítótávként tehát a speciális összetételű és kialakítású textilanyagok képezik. Az egyéb felhasználási területű (pl. azbeszthelyettesítők a tengelykapcsoló és fékbetétekben) társított szerkezetek szintén textilerősítősűek.

A biztonság folyamatos növelése

Az optimális védőképességű védősisak mellett a pilótafülkéknek hosszú ideje 250 tonnás becsapódást kell kivédeniük.

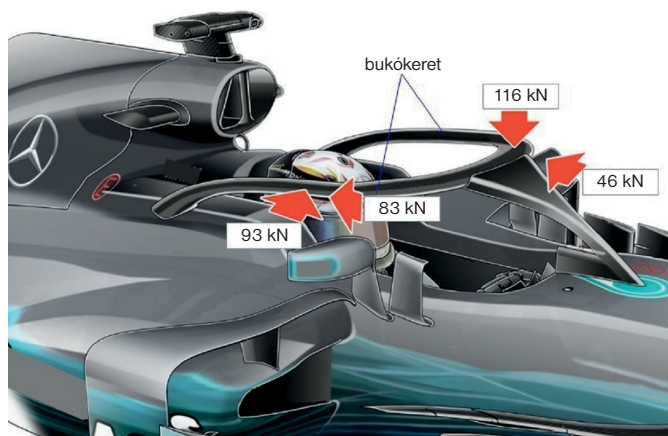
Több éve minden versenyautón kötelező elem a glória (Halo) elnevezésű fejvédő bukókeret. A Forma–1 biztonsággal foglalkozó fejlesztői az idők folyamán szembesültek azzal, hogy a fejvédelem nem a sisakkal kezdődik. A pilótafülkére szerelt bukókeretet



annak ellenére használni kell, hogy számos kritika (zavarja a versenyző kilátását, a sisak takarásával nehezíti a pilóta azonosítását stb.) szólt ellene.

Az első, acélból készített Halo-prototípussal statikus tesztek végeztek. Egy sűrített nitrogénnel működő ágyúból *kilőtt* 20 kg-os *gumiabroncs* ellen megfelelő védelmet biztosított. Ezután a szénszálakba burkolt *acélszerkezet* következett, ez a próba is kellemő eredménnyel zárult. Végül egy *titánötvözetű* bukókeret bizonyult a leghatékonyabbnak, ami egyetlen függőleges tartóval támasztja meg a vezető előtt álló szerkezetet; a versenyző feletti rész az F1-autó túlélőcellájához van rögzítve. Ennek a fémnek rendkívüli előnye a kiváló korróziótűrés és a nagy szilárdság, továbbá 1650 °C-os olvadáspontja tűzálló fémmé teszi. Ötvözetlen formában szilárdsága vetekszik egyes acélokéval, de sűrűsége kisebb.

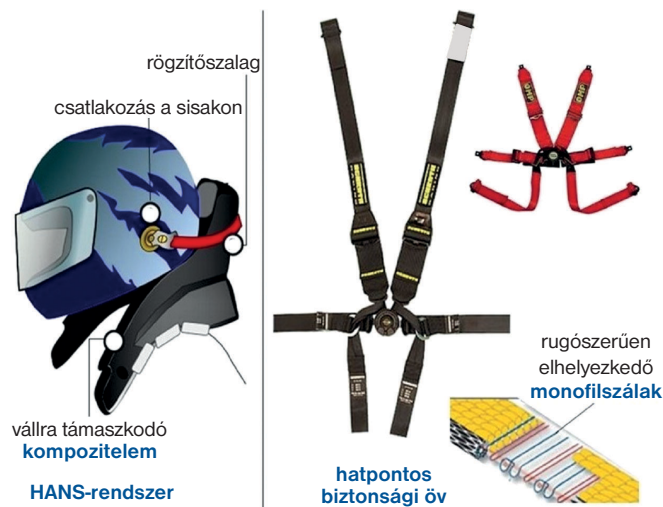
A keret szilárdságánál követelmény, hogy felülől 116 kN, előlről 46 kN, oldalról 83 kN és 93 kN terhelőerőkkel szemben kell ellenállást tanúsítania. Ezeket a *csúcsterheléseket öt másodpercig* kell elviselnie anélkül, hogy a túlélőcella vagy a tartóelemek bármely része károsodna.



A Halo elnevezésű bukókeret teherbírási követelményei

A bukókeret kapcsán felmerült, hogy a Halo a rajtrácson álló versenyzők számára akadályozza a versenyt elindító *piros lámpák* figyelését. Az FIA először a melbourne-i versenypálya rajtlámpáit helyeztette át, majd kötelezővé tette minden pályán az *indítófények* pozíciójának megváltoztatását.

Nyak- és gerincvédelemi fejtámasz és a hatpontos biztonsági öv



A pilóták számára az ún. *HANS-rendszer* jelent gerincvédő nyak- és fejtámaszt. A *hatpontos biztonsági övek* textilanyaga rugószerűen beszőtt szintetikus *monofil* szálakkal ellátott, amelyek vészhelyzetben támogatják a feszülő szerkezet védőhatását.

A biometrikus kesztyű

Baleset esetén az életmentéshez elengedhetetlen, hogy a roncsban helyet foglaló pilóta főbb *életfunkcióit* az orvosok szinte azonnal kontrollálni tudják.

A biometrikus adatok érzékelésének helye a *kesztyű* lett. A kesztyűben a tenyérterületen elhelyezett 3 mm vastag szenzor-eszköz egy *pulzoximéter*, amely méri a vér oxigéntartalmát és a pulzusszámot. A biometrikus kesztyűben elhelyezett könnyű optikai érzékelőt egy *különálló akkumulátor* működteti, így a rendszer még akkor is tud adatokat szolgáltatni, ha a baleset során a versenyautó minden energiaforrása tönkrement. A biometrikus kesztyűt valamennyi versenyző viseli, a *monitorozott létfontosságú* jelek nemcsak a baleset helyszínén érhetők el, hanem azonnal követhetők – vezeték nélküli kapcsolattal – a pálya orvosi központjában is. Az adatok az *orvosi stáb* helyszínre szálluló *gépkocsijában* 500 méteren belüli körzetben ismertek, így az orvosok gyorsan felkészülhetnek a szükséges mentési feladatokra; tudják például, hogy fennáll-e *belső vérzés* a balesetet szenvedett versenyzőnél (ennek függvényében változik a kiemelés módja).

Az első tesztek éppen a korábbi *hungaroringi* F1-hétvége alkalmával végezték a Ferrari-, a Mercedes- és a Red Bull-csapat versenyzői, akik abban segítettek a fejlesztőknek, hogy pontosan hol célszerű a szenzort a kesztyűn belül elhelyezni. Az érzékelő áramforrását indukciós elvvel, egy *töltőlapra* helyezve lehet tölteni, a jeleket pedig egy lebutított, ugyanakkor kellően felerősített jelű *bluetooth-rendszer* továbbítja.

A meghatározó információk az oximetrián alapulnak. A mérőeszköz a vér *oxigéntelítettséget* (szaturációját) határozza meg százalékban, a pulzoximéter pedig a *szívfrekvencia* mérésére alkalmas. A vérben az oxigén megkötésére alkalmas a hemoglobin, amely a gázt a test szöveteihez szállítja. Ennek különböző módosultai másként viselkednek a fényelnyelésben és a visszaverésben. A *redukált* hemoglobin (Hb) több *látható vörös fényt* nyel el. Az *oxigénnel telített* (HbO₂) viszont több *infravörös sugárzást* nyel el és kevesebbet ver vissza a redukálthoz képest. Ezt kihasználva például a kéz bőrét egy vörös fényt és egy infravörös sugárzást kibocsátó leddel „világítják” meg; a mérés az értékek összehasonlításán alapszik. Pontosabban a látható vörös fény és a láthatatlan *infravörös sugárzás impulzusa* kerül felváltva a test-részbe, és az el nem nyelt sugárzások mennyisége egy fotodiódás érzékelőbe jut. A visszavert sugárzásokból nyert jelet aztán erősítik. A vizsgáló sugárforrással az adott testrészt mintegy átvilágítják [ez az áthatoló (transzmisszív) oximetria] vagy a *szenzor* a bőrfelületről visszavert hatást érzékeli [visszavert (reflektív) oximetria]. A *pulzusszám* a hajszálerek térfogatváltozása alapján határozható meg. Minden szívveréskor a vér belepréselődik a hajszálerek hálózatába, ekkor ezek térfogata kismértékben megnő. Két szívverés között viszont a térfogat csökken. A testszöveten áthaladó fény mennyisége kismértékben megváltozik (fényintenzitás-fluktuáció), ami az eszközzel mérhető.

IRODALOM

- [1] Bethlen Tamás, Mészáros Sándor: Száguldás és cirkusz 2017–18, Beta-Press Kft., 2018.
- [2] <https://www.motorsport.com/f1/news/f1-drivers-cooling-vests-2025/10697253/>
- [3] Speciális műszaki textíliákat és F1-eszközöket gyártók prospektusai.
- [4] FIA-versenyszabályzat.