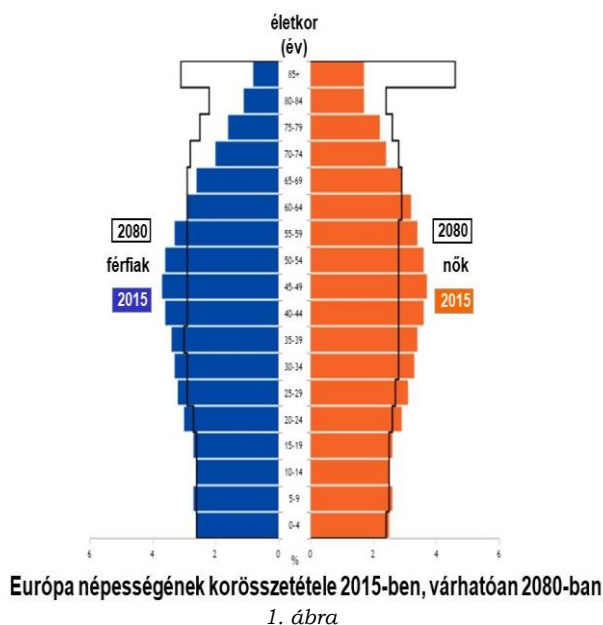


Speciális és innovatív textiltermékek az idősödő népességnek

Kutasi Csaba

Európában az idősebb korosztályok össznépességben belüli arányának erőteljes növekedése várható. Kontinensünkön 2015-ben 4 millió férfi (a népesség 0,8%-a) és 8,7 millió nő (a népesség 1,7%-a) életkora haladta meg a 85. évet. Megbízható prognózisok szerint 2080-ban 16,3 millió férfi (a lakosság 3,1%-a) és 23,8 millió nő (a lakosság 4,6%-a) lesz ilyen életkorban. Az öregedő népesség aránya az életminőség, a technológiai fejlődés és az orvosi szolgáltatások eredményeképpen folyamatosan emelkedik. Egyúttal gyakori az egyszemélyes időskori háztartások előfordulása (1. ábra).



Az emberekben az öregedés a bekövetkező változások (fizikai, pszichológiai és társadalmi) felhalmozódását jelenti. Az öregedő emberi test elkerülhetetlen fizikai és érzelmi változásaitól függően a textiltermékek iránti preferenciák az átlagos fogyasztói csoportok igényeitől eltérnek. Számukra az optimális ruházat és lakástextiliák különösen fontosak az életminőség javításában. Ehhez az új generációs funkcionális és intelligens textil- és ruházati termékek kedvező lehetőségeket nyújtanak, beleértve az alkalmazkodó ruházatot, a védő jellegű öltözkiegészítőt, az egészségi állapotot megfigyelő és az orvosi segítség igényét jelző, valamint a higiéniai állapotot jobban fenntartó termékeket.

Az alkalmazkodó ruházat

Ezeket a ruházati termékeket az idősök öltözködési igényeinek megfelelően tervezik, figyelemmel akár még pl. a kerekesszék használatára is. A záródási kellékeknél a gombolás és fém-nyomókapcsos (patent) megoldás helyett tépőzár-szalagfeleket, mágneses egyesítő elemeket alkalmaznak. Amennyiben cipzáras a záródás, a könnyebb kezelés érdekében könnyen megfogható húzófüleket alakítanak ki. A nők és férfiak által egyaránt viselt



nadrágot oldalsó, cipzáras derékhasítékkal és tépőzár alsó szárnyilással (pl. lábbeli levétele nélkül viselhetők), valamint további, tépőzárral rögzíthető idomrészekkel látják el. A kerekesszékekben közlekedők számára gyakori az olyan ing, blúz, amelynek eleje gombolós záródást imitál ugyan, de hátul van a tépőzárral ill. mágnesekkel zárható nyílás. A melltartóknál segítséget jelent az előkapcsos záródás, amit speciális fülek segítenek az összeillesztésben (2. ábra).

Az ízület stabilitás monitorozása

A hordható elektronika segítségével az ízületek stabilitása kontrollálható, kóros instabilitásuk kimutatható. A funkcionális „e-nadrágba” különböző mozgásérzékelő szenzorokat, kommunikációs eszközöket, mikrovezérlőket telepítenek megfelelő vezetőkkel összekötve. A térdnél hajlításmérőt, a bokarészekben gyorsulásmérőt helyeznek el. A derék közelében elhelyezett 9 voltos akkumulátor jelenti az áramforrást. A vezeték nélküli kapcsolatot pl. Bluetooth segítségével oldják meg, így kerülnek az információk a számítógépre (3. ábra).

A kísérletek maradéktalanul igazolták, hogy az idősebb személyek mozgásánál fellépő instabilitások a boka ill. a térd mozgásánál egyértelműen kimutathatók. A szögsebesség és a függőleges gyorsulás mérésével az





felfúvódott légszakok
fej és csípőrészen

a fejet védő légszak
közelebről

alkalmazás utáni
levétel

Viselhető légszak idős, beteg emberek védelmére

4. ábra

egyes ízületek instabilitási mértéke pontosan meghatározható. Értékelhető, hogy a motoros rendszer (mozgató neuron és az általa beidegzett izomrostok) mennyire képes kompenzálni a járási ciklusok közötti kis zavarokat (pl. az egyenetlen felületeken járást, vagy akár a személy motoros idegrendszerének vezérlő hibáját). Így a nagy kockázatú személyek egyértelműen kiszűrhetők. A bizonytalanabbá vált mozgás esetén a balesetmegelőzést gyógyászati segédeszközökkel (speciális végződésű bot, járókeret stb.), a lakásban kialakított kapaszkodókkal és egyéb biztonsági kiegészítőkkel lehet elérni.

Az említett, hordható elektronikával ellátott intelligens nadrág vezeték nélküli összeköttetéssel akár egy egészségügyi központ számítógépes rendszeréhez is kapcsolódhat. Abban az esetben, ha a nadrág szenzorjai a járás addig nem tapasztalt instabilitását észlelik, nemcsak az egyént figyelmeztetik (pl. hangjelzéssel), hanem az elektronika értesítheti a hálózatba kapcsolt intézményt is, segít elkerülni az eleséssel járó komolyabb sérüléseket.

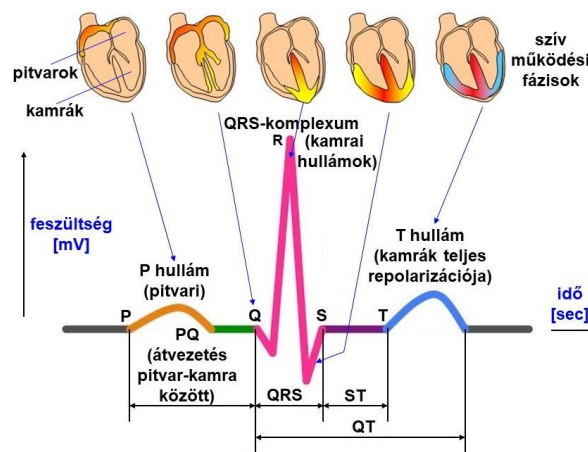
A nadrágba fixen telepített szenzorok, adatátviteli eszközök védelmét úgy oldják meg, hogy a textília anyagtulajdonságainak, a konfekcionált ruházati termék kialakításának megfelelő tisztítási módszerrel minőségromlás nélkül kezelhető legyen az ilyen ruházat.

Viselhető légszakrendszer

A fokozottan veszélyeztetett idős, gyalogos emberek számára kifejlesztettek viselhető, párnaszerű légszakrendszert, az eleséssel járó sérülések csökkentésére. A könnyű szerkezetű, a deréknál rögzített „védőmellényt” a hátán viseli a különösen váratlan epilepsziás rohamra hajlamos egyén. Az elektromos érzékelő-működtető a hirtelen mozdulatokra aktiválódik, a párna-rendszer riasztáskor 0,1 másodperc alatt 15 liter sűrített levegő befecskendezésével automatikusan felfúvódik, amely a fejnek és a csípőnek nyújt védelmet (4. ábra).

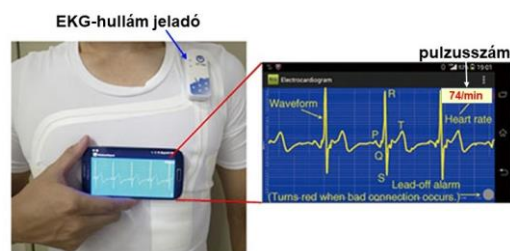
Szenzoros póló

Az elektrokardiográfiás (EKG) vizsgálattal a szív működést kísérő elektromos impulzusokat tudják rögzíteni ill. ábrázolni (5. ábra). A speciális textiltermékben elhelyezett bioelektrodák közvetítésével a valós idejű elektrokardiogram közvetlenül – orvosi közreműködés nélkül is – megjeleníthető, így mérhető a szívfrekvencia. Ennek érdekében a megfelelő nano-szálasanyagot vezetőképes polimerrel vonják be. Ameddig a ruházatok hagyományos szálasanyagai kb. 10 μm (mikrométer, 10^{-6} méter) vastagságúak, a nanoszálak kb. 0,7 μm átmérőjűek. A rendkívül finom, vékony szálak bőrhöz való tapadása



Az elektrokardiogram (EKG) és jellegzetes részei

5. ábra



Bioelektrodás belső póló szolgáltatott szív működési adatok

6. ábra

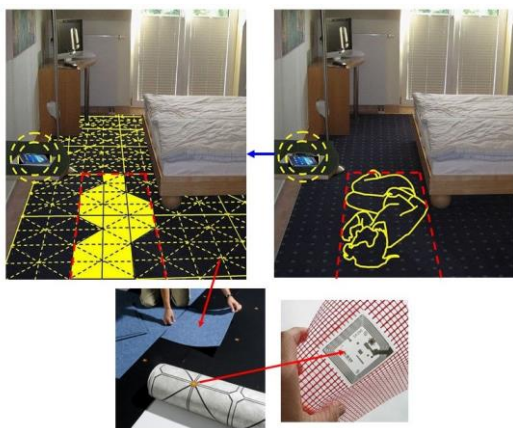
lényegesen jobb, továbbá a bevonatos szálak közötti részek kitöltésével a biomedicinális jelek stabil mérése valószínűsíthető meg.

A bőrfelületre csekély nyomóerővel tapadó, hordható, érzékelést biztosító bioelektrodák egy jó légáteresztő képességű, rendkívül rugalmas anyagú, ún. belső pólóba vannak ágyazva (6. ábra), így a különböző alkatú emberi testeken könnyen viselhetők, a mozgásokhoz alkalmazkodó kivitelezésben. A póló és beágyazott tapadó elemei olyan felépítésűek, hogy nagy nedvességmegtartó képességgel rendelkeznek, így folyamatosan csökkentik az emberi test érintkezési elektromos ellenállását. A belső pólóból nyert információkat elektrokardiogram-hullámú jeladóval rögzítik, vezeték nélküli eszközökkel (pl. Bluetooth) továbbíthatók pl. egy okos telefonra. Az éles QRS hullámok mellett az ezt megelőző P és a követő T hullámok tisztán meghatározhatók és megjeleníthetők. A diagnosztizáló szakember többek között a hullámok alakjából, magasságából és mélységéből, ill. szélességéből olyan fontos információkhoz jut, amely a kóros állapot okára megfelelő irányt mutat. Részben kijelöli az elsődleges beavatkozás szükségességét, másrészt a további vizsgálatok igényét határozza meg.

Az egyedi kialakítású ruházatot hordó páciens a virtuális orvoslátogatással tökéletes telekommunikációt teremthet. A távgyógyításban kiemelkedő szerepet kapnak azok a textiliába épített analízátorok, amelyek az izzadságból, a bőrfelületi biológiai információkból segítik a betegek diagnosztizálását, a gyógykezelés távfelügyeletét (az egészségügyi szolgáltatót érkező visszacsatolás szintén a textilterméken keresztül valósul meg).

Távfelügyelet speciális padlóaljzattal

Az intelligens padló képes érzékelni egy azon fekvő személyt, ill. kommunikálni a segítség érdekében. A speciálisan kialakított, integrált mikroelektronikával és szenzorokkal felépített textil alapú aljzat bármilyen



Az „érzékeny padlón” elesett személy érzékelése és a segítség riasztása
7. ábra

típusú padlóburkolat (pl. szőnyeg, PVC, laminált fa stb.) alatt elhelyezhető. Az így összetett padlószerkezet a rajta áthaladó személyről, annak mozgási irányáról érzékelő jeleket vesz, az információk a külön áramforrással működtetett vezérlőegységbe kerülnek. A rendszer különbséget tud tenni a padlón álló, mozgó, valamint fekvő személy között. A segítség érdekében vezeték nélküli mikrohullámú kommunikációval (Wi-Fi) automatikusan riasztás indul mobiltelefonon keresztül. Az ún. „érzékeny” padló akár több személy mozgását is képes követni. Szintén a biztonságot növeli, hogy beállítható, hogy sötétben a padló érintésekor bekapcsoljon a helyiség világítása (7. ábra).

Egyéb életminőséget javító megoldások

A hosszú ideig változatlan pozícióban történő fekvés vagy ülés során alakul ki az ún. nyomási fekély (felfekvés), miután a bőrre és az alatta lévő szövetekre folyamatosan nyomás nehezedik. Ennek kialakulása elsősorban mozgásában korlátozott ill. legyengült, tartósan ágyban fekvő betegeknél jelentkezik. A bőrt érő nyomás, dörzsölés és nyíróerők együttes hatása szöveti sérüléshez vezet, főleg azoknál a testtájaknál, ahol nincsenek izom- és zsírszövettel kipárnázott részek és folyamatosan érintkeznek a fekvőhellyel (pl. keresztcsonti terület, sarokrészek, farpofák, könyökök, lapockák, a comb, csípőtájék és a bokák). Az állandó nyomás hatására az érintett terület vérellátása csökken, így sérülékeny lesz. A beteg mozgatása során a húzódó bőrnél szöveti sérülés következik be (a rossz vérellátás miatt alig regenerálódik). A nem megfelelő oxigén- és tápanyagellátás következtében végül az ilyen szövetrészek elhal.



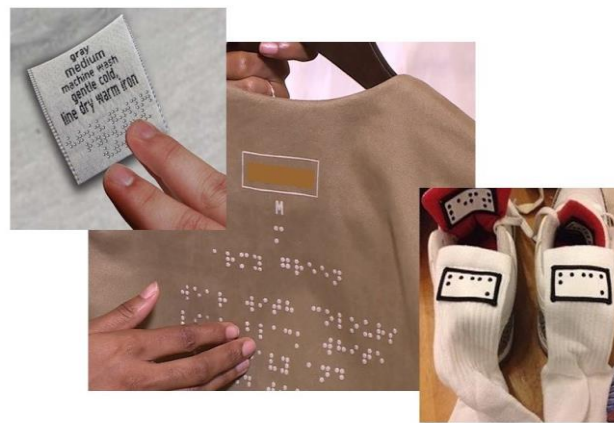
a bőrkeringés figyelemmel kísérése takaróba telepített száloptikával



ödéma monitorozása speciális harisnyával

Szenzoros textilákra példák

8. ábra



Braille-azonosító rendszerre példák ruházati termékeken

9. ábra

Egy takaróba vagy hálóruházatba integrált száloptikus rendszerrel a bőr keringése folyamatosan nyomon követhető. Ezzel a nyomási fekélyek megelőzhetők.

Az időskori pangásos szívelégtelenség a lábokban kialakuló ödémában (folyadék felhalmozódás vagy duzzanat) is megnyilvánul. A beteg láb ödémájának nyomon követése otthon viselhető, speciális, mosható harisnyával biztosítható, amely a lábtérfogat változásának mérésére alkalmas az alsó végtagokban, folyamatos monitorozásra is lehetőséget adva (8. ábra).

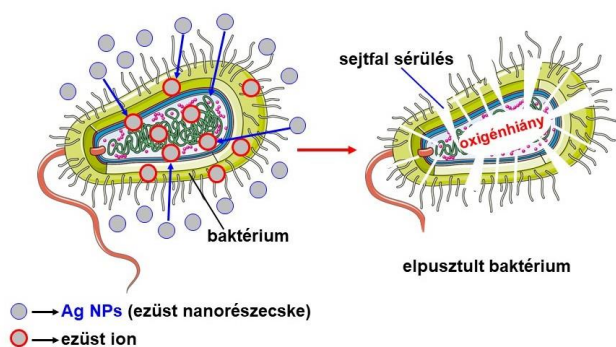
Az idősebb korosztályban sajnos növekszik a látás-sérültek száma is. Számukra készítenek Braille-azonosító rendszerrel ellátott textiltermékeket. A ruházat kevésbé zavaró felületére pl. dombornyomással applikált címkén, vagy éppen a bevarrt fogyasztói tájékoztatást nyújtó szalagcímkén helyezik el a jól tapintható jeleket. Így segítik a látássérülteket a ruha színének, méretének, kezelési utasításainak, ill. a stílusának azonosításában. A cipők nyelvének hátoldalán alkalmazott tapintható jelek – amelyek a hordásnál nem okoznak problémát – szintén hozzájárulnak pl. a szín egyeztetéséhez (9. ábra).

A higiéniai állapot fenntartása

Az időskori alsóruházatok, ágyneműk esetében előnyösek az ezüstrészecskéket tartalmazó textiliák. A különböző nyersanyag-összetételű (természetes és mesterséges eredetű) textilanyagok táptalajt nyújtanak a mikroorganizmusok (pl. baktériumok, gombák) szaporodásához, amihez a nedves, meleg környezet jó körülményeket biztosít. A verejték, egyes kikészítő segédanyagok jelenléte fokozza a szaporodásukat, ennek további káros következménye a kellemetlen szag, a fertőzésveszély, vagy éppen a textília károsodása.

Egyes Gram-pozitív (az ún. Gram-festéssel kékre/lilára színeződő, azaz pozitív eredményt adó) baktériumok textiliákon való jelenlétét vizsgálták. Pamut alapanyagú frottírtörölközőt és -ágyneműt, továbbá pamut-poliészter keverékű kelméből készült termékeket teszteltek, amit használat után néhány nappal kimostak. A fertőtlenítőszeres kezelések ellenére is bennmaradtak káros mikroorganizmusok, amelyek 7–20 napig is életképesek voltak. Miután fertőzésveszélyük fennállt, hatékony antibakterizálásra volt szükség.

Az ezüstionok mikroorganizmust pusztító hatása köztudott, azonban ennek hatásmechanizmusa csak részben ismert. A baktérium és a nanoméretű ezüstrészecske találkozásakor a mikroorganizmus sejtfalát felépítő vegyületek reakcióba lépnek az ezüstrészecskével, amelynek felületéről ezüstionok válnak szabaddá. A



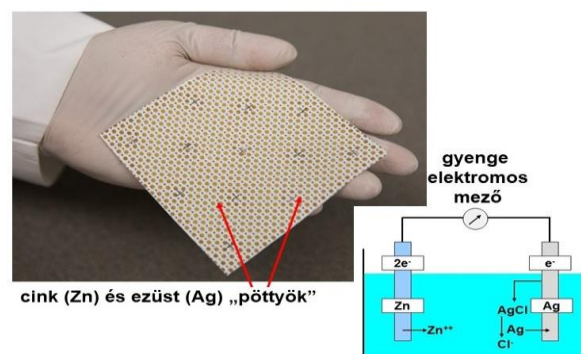
Az ezüstionok baktériumölő hatása vázlatosan

10. ábra

kémiai reakció során sérül a baktérium védelmét jelentő sejtfal, az ezüstionok könnyen behatolnak a baktérium belsejébe, amelyek a számára létfontosságú enzimekhez kapcsolódnak (a DNS elveszíti szaporodó képességét). Felmerült, hogy miközben az ezüst nanorészecskék reakcióba lépnek a sejtmembrán transzportfehérjéivel, a baktérium nem jut oxigénhez, ami elhalásához vezet. Feltételezhető, hogy a baktérium külső rétegével érintkező ezüstrészecskék bemélyedéseket alakítanak ki a sejtfalon. Egyúttal módosítják a membrán polaritását, elősegítik a szabad gyökök képződését, az így károsodott membrán vezet alapvetően a mikroorganizmusok pusztulásához. Bizonyítást nyert, hogy minél kisebb méretűek a részecskék, annál nagyobb a baktériumölő képességük. Ezért került előtérbe a nanotechnológia a baktericid hatóanyagok kifejlesztése területén.

A mesterséges szálanyagok előállítása során a szálképző keverékbe is adalekolhatják a nanoméretű ezüstrészecskéket. Bármilyen eredetű (természetes ill. mesterséges szálakból, valamint kevert összetételű) kelmékre utólag is felvihetők ezüst tartalmú segédanyagok, de a korszerű plazmakezeléses módszerrel is megoldható a tartós antibakteriális képesség (10. ábra).

Az időskorban gyakoribb sebképződéseknél különösen fontos a bakteriális biofilm kialakulásának elkerülése, a fokozott kockázatú szövdmények megelőzése céljából. Egy új módszerrel nem kémiai hatóanyagokkal,



Elektrolitikusan ható antibakteriális sebtapasz

11. ábra

hanem egy fizikai folyamat beindításával akadályozzák meg a fertőződést. A ragtapasz sebbel érintkező szövdmény felületére apró cink és ezüst alapú pöttyöszerű nyomtatokat visznek fel (11. ábra). A sebtapasz hatására gyenge elektromos mező alakul ki (természetesen áramforrás nélkül). Ez zavarja a mikrobiális gazdaszervezetek kölcsönhatását, azaz az elektromos impulzusokon alapuló kommunikációjukat ellehetetleníti. Így nem alakul ki a szövdményveszélyes biofilm, felgyorsul a sebzáródás. A speciális antibakteriális sebtapasz azért is előnyös, mert a gyógyszer-rezisztencia szóba sem jöhet.

Felhasznált irodalom

- <https://crunchwear.com/intelligent-textile-pants-for-the-elderly/>
<https://eu.mouser.com/applications/healthcare-may-reside-in-smart-clothing/>
<https://modus.medium.com/how-innovative-designers-are-creating-better-fashion-for-people-with-disabilities-48ce78ee1970>
<https://austinmedical.co.uk/products/wireless-motion-sensor-with-remote-alarm-can-be-up-to-30-meters-100-feet-apart>
<https://bestmobilityaids.com/fall-prevention-for-seniors/>
<https://medical-alert-systems.bestreviews.net/best-adaptive-clothing-seniors/>
 Kutasi Csaba: Segít a viselet. Élet és Tudomány, 2019/29.