



Inteligentné textílie v zdravotníctve pre monitorovanie fyziologických funkcií

Ing. Ivana Čechová¹, doc. Ing. Luboslav Dulina, PhD.², Ing. Miroslava Kramárová³

¹ *Katedra priemyselného inžinierstva, Strojnícka fakulta, Žilinská univerzita v Žiline*

² *Katedra priemyselného inžinierstva, Strojnícka fakulta, Žilinská univerzita v Žiline*

³ *Katedra priemyselného inžinierstva, Strojnícka fakulta, Žilinská univerzita v Žiline*

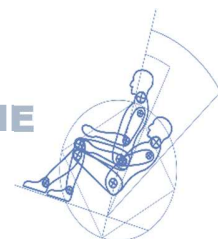
Inteligentné textílie

Smart textílie možno definovať ako textílie citlivé na podnety – teplotné, chemické, elektrické, mechanické alebo magnetické. Tieto textílie majú niekoľko typov reakcií. Pasívna reakcia znamená, že textília cíti podnet ale naň nereaguje. Aktívna reakcia znamená, že textília je schopná poznať zmenu podnetov a reagovať vratne (reakcia je rovnaká). Tzv. Very Smart Materials sú textílie, ktoré vedia podnet cítiť, reagovať naň a adaptovať sa (wearable electronics). Poznáme niekoľko generácií takýchto textílií. Prvou generáciou sú konvenčné materiály s pridanou elektronikou. Druhou generáciou sú textílie s funkciami integrovanými priamo do textilu. Treťou generáciou sú vlákna s integrovanou elektronikou. Budúcnosťou vo vývoji Smart technológií sú seba určujúce, samo učiace, predvídajúce textílie. [1], [2], [3]

V medicíne je neustála snaha o zlepšenie zdravotnej starostlivosti prostredníctvom vytvorenia moderných zariadení na diagnostiku a liečbu pacientov. Vývoj nových materiálov a miniaturizácia elektronických zariadení viedla k veľkému pokroku. V šesťdesiatych rokoch boli v zdravotníckych zariadeniach používané prenosné holterové monitory, aby bolo možné monitorovať pacientov 24 hodín denne. Dnes vďaka pokroku v oblasti Smart textílií je možné merať tepovú frekvenciu cez oblečenie, ktoré nosíme a po prepojení prenášať informácie do náramkových hodínok alebo mobilných telefónov.

Skupina Smart textílií je jedným z príkladov internetu vecí. Keďže je v priamom kontakte s jedincom, ktorý ho má na sebe, je tento odev schopný presnejšie vyhodnocovať a riadiť osobné dáta. Zaujímavým príkladom sú bezdrôtové ponožky s biometrickým monitorovacím systémom. Vyrábajú sa osobitne na športovanie a na denné nosenie. Systém dokáže pomocou integrovanej elektricky vodivej priadze sledovať teplotu nohy, srdcovú frekvenciu, rýchlosť chôdze či prejdenú vzdialenosť. Systém dokáže dáta zbierať, vyhodnocovať a ukladať. [4]

Textília s integrovanými senzormi dokáže priebežne monitorovať fyziológiu tela. Fyziologické signály, ako sú srdcová frekvencia, dýchacia frekvencia a úrovne aktivity



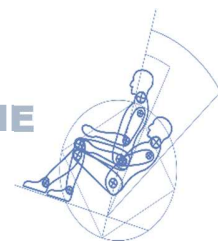
organizmu, sú užitočnými indikátormi zdravotného stavu. Pre lekárov je výhodou týchto technológií dôkladnejší dohľad nad pacientmi. Smart textílie poskytujú úplný obraz výsledkov na rozdiel od nárazových vyšetrení lekárom, ktoré môžu vynechať dôležité indikátory. Často sa tiež lekári spoliehajú na subjektívne hodnotenie zdravotného stavu pacientom. Smart textílie majú schopnosť uchovávať digitálny záznam o fyziologickom stave pacienta, čo umožňuje lekárom presnejšie stanoviť diagnózu. Taktiež v rehabilitácii je pre terapeutov ťažké zabezpečiť, aby pacienti dodržiavali predpísané cvičenia. Odevy snímajúce pohyby tela majú potenciál na usmerňovanie pacientov a zároveň zaznamenávanie ich pohybov pre zabezpečenie dodržiavania predpísaného programu. Prostredníctvom dlhodobého monitorovania má lekárske personál širšie informácie o stave pacienta a môže tak poskytnúť osobnejšiu zdravotnú starostlivosť. [5]

Aplikácia smart textílií v zdravotníctve

Aplikácie Smart textílií pre medicínu a zdravotnú starostlivosť sa všeobecne líšia od chirurgických aplikácií jednoduchých priadzi až po komplexné nositeľné a axilárne systémy pre personalizovanú zdravotnú starostlivosť. Kvôli novým funkciám je potrebné zdôrazniť niekoľko nových kategórií. Sú to textilné systémy určené na uvoľňovanie liekov, textílie s biometrickými vlastnosťami a tiež aktívne textílie určené pre terapiu. Tabuľka 1 uvádza možnú aplikáciu Smart textílií v zdravotníctve. [5]

Tab. 1 Aplikácia Smart textílií v zdravotníctve [5]

Aplikácia	Sledovanie aktivity na povrchu tela	Sledovanie aktivity v tele
Chirurgia	bandáže, starostlivosť o rany	stehy ortopedické implantáty kardiovaskulárne implantáty
Hygiena	uniformy pre nemocničný personál nemocnočné textílie	x
Podávanie liekov	smart bandáže a náplasti	x
Bio monitoring	kardiovaskulárna aktivita neurálna aktivita svalová aktivita a kinematika	x
Terapia a wellness	elektrická stimulačná terapia fyzioterapia aktívne termoregulačné systémy	x



2.1 Textílie využívané v chirurgii a hygiene

Pre implantovateľné chirurgické materiály sa v tkanivovom inžinierstve využíva textilná technológia, ktorá zabezpečuje dvojrozmerný a trojrozmerný vývoj štruktúry. Takéto implantovateľné štruktúry a zlúčeniny podporujú distribúciu buniek a adhéziu v tele. Navyše, tieto môžu mať vynikajúce mechanické vlastnosti a zabezpečujú príležitosť na vytvorenie rôznych geometrických štruktúr.

Neimplantovateľné chirurgické inteligentné textílie môžu byť tiež charakterizované špecifickou dvoj alebo trojrozmernou štruktúrou a / alebo ďalšími funkčnými zlúčeninami. Môžu to byť miniatúrne biosenzory na báze vlákien, ktoré monitorujú alebo zlepšujú proces hojenia. Existuje napríklad niekoľko scenárov, ktoré sú navrhnuté na zabezpečenie monitorovania hladiny pH pri riadení poranení a popálenín pri hodnotení biochemických zmien v prostredí rany. [5]

2.2 Textílie využívané pre podávanie liekov

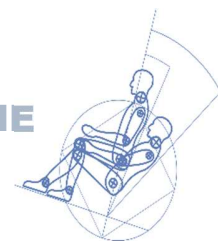
V niektorých prípadoch môže byť transdermálna aplikácia lieku dobrou alternatívou k tradičným tabletám a liekom v situáciách, keď je potrebné znížiť účinok na žalúdok a črevný trakt, alebo lieky strácajú svoju aktivitu. Navyše transdermálne podanie liečiva je riešením, keď perorálne podávanie nie je možné alebo ťažké. V súčasnosti existujú rôzne spôsoby podávania liekov. Smart textílie môžu mať podobu od transdermálnych náplastí až po pokročilé systémy s kontrolovaným uvoľňovaním liekov. [5]

2.3 Textílie využívané pre šitie uniforiem pre personál a nemocničné textílie

Pre tento typ zdravotníckych textílií väčšinu riešení prinášajú funkčné textílie. Pre nemocničné textílie sú bežne textilné materiály s antimikrobiálnymi a antibakteriálnymi vlastnosťami alebo s nízkym trením. Odevy pre zdravotníckych pracovníkov sú tiež vyrobené z funkčných textílií, ktoré zabezpečujú účinné odvádzanie vlhkosti a biologickú ochranu. Vodivé textilné materiály sú častejšie používané pri výrobe textílií, ktoré nájdu uplatnenie napríklad v prikrývkach pre operačné sály (oteplená deka). Okrem toho môžu byť vodivé textilné materiály prínosom pre zlepšenie dohľadu v súvislosti so vzdialenosťou medzi zdravotníckym personálom a pacientmi, prostredníctvom nositeľných technológií integrovaných do oblečenia. Smart textílie ponúkajú riešenie na prevenciu dekubitov a súvisiace zdravotné poruchy, ktoré predstavujú významný problém v nemocničnom prostredí. [5]

2.4 Textílie využívané pre terapiu a wellness

Snímače v textílii môžu pomôcť aj pri terapeutických opatreniach, ako je elektrická stimulácia svalov a sledovanie polohy tela. Pre tieto aplikácie zabezpečujú textílie vývoj nositeľných a prenosných flexibilných systémov. Textilná technológia je navyše výhodným prístupom pri výrobe textilných difúzorov s rôznymi rozmermi a štruktúrou.



Elektrovodivé materiály sa používajú aj na vývoj aktívneho termoregulačného systému. Tieto môžu byť začlenené do odevov alebo do odevných predmetov, aby sa zabezpečila vonkajšia regulácia teploty v odevných systémoch alebo aby bolo možné využiť infračervené riadenie bolesti. [5]

2.5 Textílie využívané pre bio monitoring

V súčasnosti existuje veľké množstvo textilných senzorov a kompletne systémy na hodnotenie fyziologických a biochemických procesov. Takéto snímače vedú zachytiť aktivitu svalov, nervov alebo aktivitu kardiovaskulárneho systému. Sú dôležitou súčasťou pre zlepšenie monitorovania zdravotného stavu pacientov a promptné riešenie jeho prípadného zhoršenia.

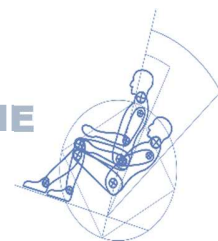
Monitorovanie fyziologických parametrov

Textilné elektródy sa dajú použiť na detekciu elektrických signálov z tela, ako je elektrokardiografia (EKG) zo srdca a elektromyografia (EMG) zo svalov. Textilné tenzometre a snímače tlaku dokážu zachytiť pohyby tela, ako sú napr. dýchacie pohyby alebo tlak chodidla. Akcelerometre sa v závislosti od umiestnenia môžu sústrediť na konkrétnu končatinu alebo určiť celkovú úroveň aktivity organizmu. [6]



Obr. 1 Monitorovanie fyziologických parametrov, špecializované laboratórium UVP [7]

Rozvíjajúca oblasť nositeľných snímačov je v chemických senzoch. Chemické snímače majú aktívny povrch, ktorý reaguje alebo interaguje so vzorkou na molekulárnej úrovni, napríklad použitím receptorov, ktoré selektívne viažu určitý cieľový druh a vytvárajú tak pozorovateľný signál. Chemické senzory môžu sledovať zloženie tekutín tela, ako je pot, sliny, slzy a moč. Existujú tiež potenciálne biomarkery z plynných vzoriek dychu a potu. V tabuľke 2 sú uvedené niektoré fyziologické parametre, ktoré je možné skúmať pomocou senzorov na báze textilu. [6]

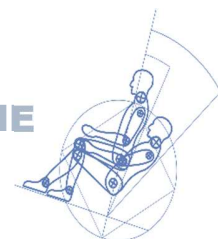


Tab. 2 Fyziologické signály, ktoré sa môžu merať pomocou senzorov na báze textilu [6]

Fyziologické funkcie	Druh senzora	Zdroj signálu	Umiestnenie senzora
Dýchanie	piezoelektrické napínacie induktívne optické vlákna	rozšírenie a kontrakcia rebrovej kletky počas dýchania	hrudná a brušná oblasť
Aktivita srdca	tkané / pletené elektródy	elektrická aktivita srdca	hrudná oblasť
Aktivita svalov	tkané / pletené elektródy	elektrická aktivita svalov	povrch kože pokrývajúci príslušné svaly
Okysličenie krvi	optické snímače plastové optické vlákna	avetelná absorpcia hemoglobínu v krvi	oblasti s dobrou perfúziou krvi, napr. prst, ušný lalok
Krvný tlak	fotopletyzmozgrafia	pulzácia arteriálneho tlaku	prst zápästie ušný lalok
Pohyb tela, držanie tela	piezoelektrické snímače napätia / tlaku akcelerometre gyroskopy optické snímače	kinematika tela	závisí od pohybu, ktorý sa má analyzovať
Elektrodermálna aktivita	tkané elektródy	elektrická vodivosť kože	prst
Zloženie telových tekutín	elektrochemické snímače kolorimetrická pH tkanina	zloženie potu slín moču	system potrebný na odber vzoriek kvapaliny

Záver

Podpora e-zdravotníctva prostredníctvom vývoja Smart textílií určených pre monitoring zdravotného stavu obyvateľstva, predstavuje vysoký potenciál. Využitie týchto textílií v zdravotníctve umožní zlepšenie podmienok monitorovania pacientov a taktiež môže v konečnom dôsledku znížiť náklady na zdravotnú starostlivosť o týchto pacientov. Smart textílie môžu tiež zabezpečiť rýchlejšie a presnejšie určenie diagnózy a tak chrániť zdravie a život pacienta.



Literatúra

- [1] DRAŠAROVÁ, J.: Co umí textil, Dostupné na internete: < http://www.spstliberec.cz/ladmin/soubory/spst/File/materialy_ke_stazeni/Drasarova_Co_umi_textil_pdf.pdf >
- [2] MIČIETA, B., GAŠO, M., KRAJČOVIČ, M. Innovation performance of organization. In: Communications – Scientific letters of the University of Žilina. 2014. Vol. 16, no. 3A (2014), p. 112-118. ISSN 1335-4205. (Scopus)
- [3] GREGOR, M. – HALUŠKA, M. – FUSKO, M. – GRZNÁR, P. 2016. Model of intelligent maintenance systems. In: Annals of DAAAM Proceedings of the 26-th DAAAM International symposium on intelligent manufacturing and automation. ISSN 1726-9679. Vienna: DAAAM International Vienna, 2016. ISBN 978-3-902734-07-5 – online, p. 1097-1101. (Scopus)
- [4] MONTE, A. R., GOMES, J.: Oblečíme si niečo digitálne? 2015. Dostupné na internete: < <http://vedanadosah.cvtisr.sk/oblecieme-si-nieco-digitalne> >
- [5] MEČNIKA, V., HOERR, M., KRIEVINS, I., SCHWARZ, A.: Smart textiles for healthcare: applications and technologies, 2014. Dostupné na internete: < <http://llufb.llu.lv/conference/REEP/2014/Latvia-Univ-Agricult-REEP-2014proceedings-150-161.pdf> >
- [6] COYLE, S., DIAMOND, D.: Medical applications of Smart textiles, 2013. Dostupné na internete: < https://www.researchgate.net/publication/284511610_Medical_applications_of_smart_textiles?enrichId=rgreq-cca19f84e6a2fbbe5f67572abb4d1b5-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4NDUxMTYxMDtBUzo0NjQ2MDE1MzI4OTkzMjIAMSQ4Nzc4MTA0NTM0MA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf >
- [7] HABRMANOVÁ, S.: Preverit' vitálne funkcie človeka sa dá aj pomocou odevov, 2017. Dostupné na internete: < <http://vedanadosah.cvtisr.sk/preverit-vitalne-funkcie-človeka-sa-da-aj-pomocou-odevov> >