

Punčocha k měření tlaku na pokožku diabetiků

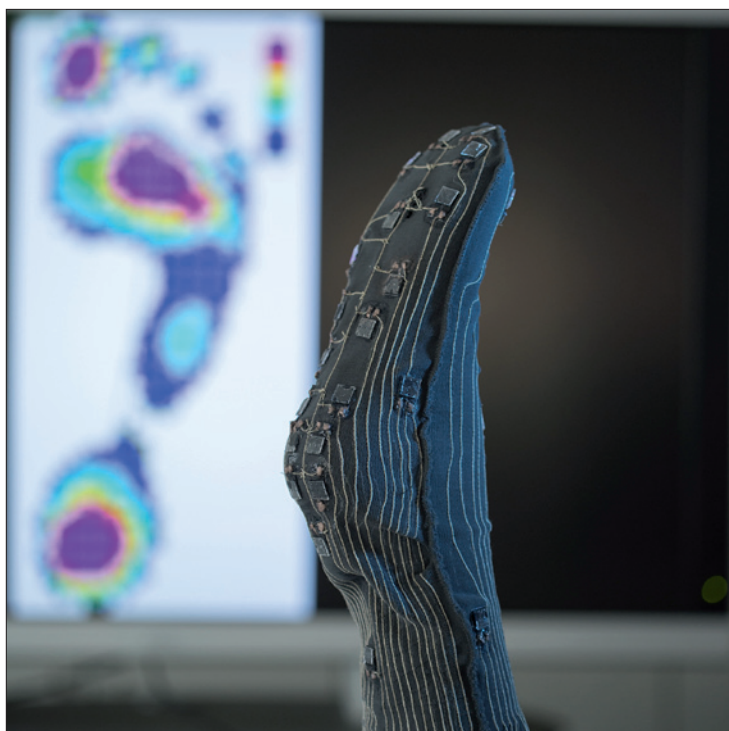
Speciální textilní punčocha se zabudovanými kapacitními čidly tlaku chrání pokožku na dolní končetině před déletrvajcími nadměrnými místními tlaky nebezpečnými pro diabetiky.

Nemocní cukrovkou trpí na dolních končetinách často chorobnými změnami nervových vláken a drobných cév, což způsobuje oběhové problémy a zmenšuje citlivost na bolest (diabetická neuropatie). Diabetici proto obvykle mají jen minimální cit v nohou, a tudíž zpravidla nezaznamenají vyšší tlak či teplotu na končetině. V pravém smyslu slova necítí, „kde je tlačí bota“. U zdravých lidí se nervová vlákna při delším stání postarají o to, že se zatížení automaticky přeloží z jedné nohy na druhou. Diabetici naproti tomu nepozorují, že jejich prsty na nohou, paty nebo chodidla jsou příliš silně zatíženy. Noha se neodlehčí a již malá nerovná místa, malý kamének nebo tlak obuvi na nohu mohou nepozorovaně vést k drobným poraněním rozšiřujícím se v otevřené rány, jako jsou bérkové vředy, či k trvalému poškození tkáně. Mnoha pacientům s pokročilou cukrovkou je pak třeba amputovat prsty na nohou, popř. část nebo i celou nohu.

Čidla integrovaná v punčoše snímají prostorově

Aby špatně se hojící poranění na noze vůbec nevznikla, vyvinuli odborníci Fraunhoferova ústavu pro výzkum silikátu ISC (*Instituts für Silicatiforschung*) ve Würzburgu s podporou partnerů z průmyslu a kolegů z Fraunhoferova ústavu pro integrované obvody IIS (*Institut für Integrierte Schaltungen*) v Erlangenu speciální punčocha se zabudovanými čidly tlaku, která by měla v budoucnosti chránit diabetiky před poraněními. Celkem 40 velmi tenkých, dielektrických elastomerových čidel měří u pacientů s cukrovkou zatížení a rozložení tlaku na povrchu končetiny a přebírají tak funkci nervů. Dosavadní pomůcky dostupné na trhu jsou řešeny jako vložky do bot a měří jen rozložení tlaku na ploše nohy. „Naše

čidla tlaku jsou v punčoše umístěna na chodidle, na patě, na kotníku a na lýtku, a znamenávají proto tlak prostorově, což dosud nebylo možné,“ vysvětluje Dr. Bernhard Brunner, vědecký pracovník v ústavu ISC. Základem čidla je pružná a měkká elastomerová fólie ze silikonu s velkou roztažností, kterou lze snadno spojit s nosným materiálem, např. příšíť na textilii (*obr. 1*). Fólie je



Obr. 1. Punčocha k měření tlaku na pokožku s integrovanými elastomerovými senzory (foto: Fraunhofer ISC)

po obou stranách pokryta velmi pružnými elektrodami z grafitu (sazí) a celek funguje jako kondenzátor. Jestliže se fólie působením tlaku nebo protažením zdeformuje, zmenší se její tloušťka a současně se zvětší její plocha. V důsledku toho se změní elektrická kapacita čidla, kterou lze velmi snadno a přesně měřit.

Elektronika přenáší informaci do mobilního telefonu

Stojí-li např. pacient s cukrovkou delší dobu na jednom místě, tlak v jeho končetinách roste. Čidla v punčoše na toto jednotlivě reagují změnou hodnoty měřenosného signálu vedeného elektricky vodivými vlákny do elektronické vyhodnocovací jednotky obsahující specifický zákaznický integrovaný obvod (ASIC) pro sběr dat a řídicí obvod s rádiovým rozhraním. Vyhodnocovací jednotka pro tento účel byla vy-

vinuta ve Fraunhoferově ústavu IIS. Jednotka je navržena tak, že může s velkým rozlišením snímat signály z až 40 kapacitních čidel ve velmi širokém rozsahu hodnot. Zákaznický obvod sbírá naměřené hodnoty a řídicí obvod po vyhodnocení podle vloženého algoritmu rádiově posílá do chytrého telefonu nebo tabletu pacienta informaci tom, zda a jak by měl změnit polohu nebo zatížení své nohy.

Komfort pro pacienty

Pružná čidla tlaku jsou z obou stran obklopena vrstvou tkaniny, což zvyšuje pohodlí při navlékání a svlékání punčochy. Vlastní punčocha je vyrobena ze směsné tkaniny složené z bavlny a umělých vláken. Jde o prodyšný materiál sající vlhkost, který se vyznačuje vysokým komfortem při nošení. To je důležité, protože nemocní cukrovkou by měli punčocha pro měření tlaku nosit každodenně a neměli by ani pociťovat, že jsou v ní zašita čidla.

U současného prototypu je vyhodnocovací elektronika ještě upevněna na nosiči poblíž otevřeného konce punčochy. Výhledově je však plánováno její umístění v malém pouzdrě tvaru knoflíku, které se k punčoše připevní suchým zipem. To je nevyhnutelné, dokud nebude vyvinuta elektronika spolehlivě odolávající běžným čistícím

(pracím) postupům. Čidla naproti tomu musí být odolná proti působení vody a běžných pracích prostředků. První zkoušky k ověření odolnosti při praní jsou již naplánovány. S použitím dezinfekčních prostředků žádný problém není.

Odborníci Fraunhoferova ústavu ISC punčocha měřící tlak již přihlásili k patentování a její prototyp veřejnosti poprvé představili na mezinárodním veletrhu Sensor+Test v Norimberku ve dnech 19. až 21. května 2015. O exponát byl velký zájem a očekává se, že do sériové výroby bude zaveden asi za rok. Po rozběhu sériové výroby by měřící punčocha v budoucnu neměla stát více než 250 eur.

[Wundschutz: Druckmessstrumpf für Diabetiker. Pressemitteilung Fraunhofer ISC, 21. května, 2015.]

Ing. Karel Kabeš