

MERITEV SEDEŽNIH PRITISKOV PRI OSEBAH Z OKVARO HRBTENJAČE KOT METODA ZA POMOČ PRI IZBIRI USTREZNE ANTIDEKUBITUSNE SEDEŽNE BLAZINE

SITTING PRESSURE MEASUREMENTS AS AN AID IN SELECTING APPROPRIATE SEAT CUSHIONS FOR PERSONS AFTER SPINAL CORD INJURY

Petra Grabner, dipl. del. ter., Urška Miklič, dipl. del. ter., asist. Nataša Puzić, dr. med.
Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča

Izvleček

Izhodišče:

Razjeda zaradi pritiska je pogost zaplet v akutnem in kroničnem obdobju po okvari hrbtenjače. Tveganje za nastanek razjede zaradi pritiska lahko zmanjšamo z uporabo antidekubitusne sedežne blazine. V pomoč pri izbiri ustrezne blazine nam je tudi meritev sedežnih pritiskov. Meritve smo na Oddelku za rehabilitacijo oseb z okvaro hrbtenjače v Ljubljani začeli izvajati leta 2010. Namen pregleda opravljenih meritev je bil pripraviti protokol izbire pacientov in izvedbe meritev.

Metode:

Pregledali smo literaturo s področja meritev sedežnih pritiskov pri osebah z okvaro hrbtenjače in vse meritve, ki smo jih izvedli na Oddelku od začetka uporabe metode.

Rezultati:

Meritve sedežnih pritiskov smo v štirih letih izvedli pri 46 pacientih (36 moških, 10 žensk). Večina (27) jih je imela okvaro prsne ali ledvene hrbtenjače, 19 pa okvaro vratne hrbtenjače. Meritve smo izvedli pogosteje pri ambulantnih kot pri bolnišničnih pacientih in najmanj z dvema različnima sedežnima blazinama.

Abstract

Introduction:

Pressure ulcers are a frequent complication in acute as well as chronic stage after a spinal cord lesion. The risk of forming a pressure ulcer can be lowered by using a seat cushion. The method of measuring seating pressure can be of help in choosing an appropriate seat cushion. At the Department for Rehabilitation of Patients After Spinal Cord Injury in Ljubljana, we started using the method in 2010. The aim of reviewing all the performed measurements was to suggest a protocol of choosing patients and performing the assessment of seating pressure.

Methods:

We reviewed the literature about measuring seating pressure in persons with spinal cord lesion and all the measurements taken at our Department since the start of using the method.

Results:

In four years, we assessed 46 patients (36 men, 10 women). Most of them (27) had a lesion of the thoracic or lumbar spinal cord, 19 had a cervical spinal cord lesion. The measurement of seating pressure was performed more frequently in the outpatient clinic than in hospitalised patients. We tested at least two different seat cushions.

Prispelo/Received: 29. 12. 2013

Sprejeto/Accepted: 10. 3. 2014

E-naslov za dopisovanje/E-mail for correspondence (PG):

petra.grabner@ir-rs.si

Zaključek:

Merjenje sedežnih pritiskov ima pomembno vlogo v postopku testiranja antidekubitusne sedežne blazine, ne more pa biti edino merilo pri izbiri in predpisovanju ustrezne blazine. Metodo bi lahko uporabljali pogosteje, s tem namenom moramo pripraviti protokol z vključitvenimi merili in poenotenimi navodili za izvedbo meritev.

Ključne besede:

okvara hrbtenjače, sedežni pritiski, razjeda zaradi pritiska, sedežna blazina, meritev sedežnih pritiskov

Conclusion:

Measuring seating pressure has an important role in testing a seat cushion, but cannot be the only criterion for selecting an appropriate cushion. The method could be used more often and for this purpose we need to make a protocol with inclusion criteria and defined guidelines for seating pressure assessment.

Key words:

spinal cord lesion, seating pressure, pressure ulcer, seat cushion, seating pressure measurement

UVOD

Okvara občutenja je ena izmed posledic okvare hrbtenjače, ki od pacienta in/ali negovalca zahteva neprestano in dosmrtno preprečevanje nastanka razjede zaradi pritiska. Glavni dejavnik tveganja za nastanek razjede zaradi pritiska pri osebah z okvarjenim občutenjem je dolgotrajno ležanje ali sedenje, kar privede do tega, da se koža in globlja tkiva, najpogosteje na značilnih mestih nad kostnimi izboklinami (sednični grči, trtica, križnica in veliki trohanter stegenice), okvarijo zaradi čezmernega pritiska, ki preseže pritisk v kapilarah in tako povzroči ishemijo tkiva (1). Poleg delovanja težnosti pa lahko k nastanku razjede prispevajo tudi drugi intrinzični (prehrana, starost, krvni tlak) in ekstrinzični (vlaga ali urin na koži, trenje, strižne sile) dejavniki. Na pritiske v sedežnem predelu vplivajo tudi telesna teža, mišični tonus, maščobno tkivo in telesne dimenzije osebe (2, 3).

Pri sedenju na vozičku osebe z okvaro hrbtenjače za preprečevanja nastanka razjede zaradi pritiska potrebujejo primerno oziroma ustrezno antidekubitusno sedežno blazino, ki poleg prerazporejanja in zniževanja pritiskov na ogroženih mestih omogoča še stabilno in poravnano sedenje v vozičku (4). Antidekubitusna sedežna blazina zniža tveganje za nastanek razjede zaradi pritiska, vendar so za razbremenjevanje ogroženih predelov potrebni še drugi ukrepi. Osebe, ki za premagovanje razdalj uporabljajo voziček na ročni pogon, morajo za razbremenjevanje kože izvajati dvig na roke ali nagib trupa na stran, nazaj in naprej ali presedanje na druge površine (5). Pri uporabnikih vozičkov na ročni pogon sta za optimalno razporeditev pritiskov potrebni tudi primerna nastavitve kota sedežne enote in hrbtnega naslona ter primerna višina podnožnikov (6). Osebe, ki uporabljajo voziček na elektromotorni pogon, položaja telesa navadno ne morejo spreminjati aktivno, zato ga spreminjajo z različnimi (električnimi) nagibi kota sedežne enote in hrbtnega naslona ter kota podnožnikov (7, 8). Nekateri modeli vozičkov na ročni in elektromotorni pogon omogočajo tudi stojo.

Člani tima na Oddelku za rehabilitacijo oseb z okvaro hrbtenjače se že več let srečujemo z razjedo zaradi pritiska. V klinični praksi opazimo, da imajo pacienti razjedo že ob sprejemu na oddelek, in sicer pogosto več kot eno, redkeje pa jih pridobijo na oddelku (pretežno od I. do II. stopnje (po revidirani klasifikaciji NPUAP) (9)). Tako pri pacientih, ki že imajo, kot tudi pri tistih, ki nimajo razjede zaradi pritiska, preprečujemo njihov nastanek. Preprečevanje nastanka razjede zaradi pritiska izvajamo v timu usklajeno, in sicer s pravilnim nameščanjem pacienta v postelji (antidekubitusna posteljna blazina, nameščanje v različne položaje za razbremenjevanje kožnega pokrova leže), s pravilnim nameščanjem pacienta na vozičku (antidekubitusna sedežna blazina, nameščanje v različne položaje za razbremenjevanje kožnega pokrova sede) ter z ustrezno nego kože, hidracijo in prehrano pacienta.

Zaradi okvare občutenja pod ravno okvare hrbtenjače nam pacienti ne morejo dati povratne informacije o bolečini, tiščanju, mravljinčenju, pritisku in neravnovesju na ogroženih predelih pri sedenju na vozičku. Ena izmed metod za preverjanje razporeditve pritiskov v sedežnem predelu in s tem ustreznosti antidekubitusne sedežne blazine je **meritev sedežnih pritiskov**.

Sedežne pritiske lahko merimo statično ali dinamično. Pri **statični meritvi** oseba sedi na vozičku z antidekubitusno sedežno blazino, na katero je nameščena merilna blazina, in vozička ne poganja, v živo pa lahko na zaslonu spremljamo spremembe pritiskov pri sedenju, med izvajanjem razbremenjevalnih manevrov, ob spremembah prilagoditev na vozičku, tlaka v sedežni blazini in ob menjavi antidekubitusne sedežne blazine. Pri **dinamični meritvi** merilna blazina ni vezana na računalnik in oseba lahko voziček med meritvijo krajši ali daljši čas poganja, spremembe pritiskov pa lahko v živo ali pozneje pregledamo (10).

Tudi čas sedenja na različnih materialih, iz katerih so narejene blazine, lahko pomembno vpliva na razporeditev pritiskov med sedenjem (11). Dinamična meritev omogoča spremljanje sedežnih pritiskov tudi v razmerah zunaj bolni-

šnice. Velja opozorilo, da merilni sistem ne zazna strižnih sil pri dinamičnem premikanju (12). V več raziskavah so ugotavljali, da je visok pritisk v kratkem času enako ogrožajoč za nastanek razjede zaradi pritiska kot manj intenziven pritisk v daljšem časovnem obdobju, zato časovni okviri za izvedbo posamezne meritve še niso dorečeni (4, 12, 13).

Obenem metoda meritve statičnih pritiskov omogoča, da pacienti z ogledom sedežnih pritiskov, slikovno prikazanih na računalniškem zaslonu, vidijo, kako pomembno je ustrezno razbremenjevati sedežni predel (14, 15).

Metodo meritve statičnih sedežnih pritiskov smo na Oddelku za rehabilitacijo oseb z okvaro hrbtenjače začeli uporabljati pred štirimi leti. Izbira pacienta za meritev je prepuščena klinični presoji zdravnika specialista in/ali delovnega terapevta. Da bi pripravili protokol izbire pacientov in izvedbe meritev, smo pregledali meritve, narejene od začetka uporabe metode.

METODE

Pregledali smo vse meritve sedežnih pritiskov, ki so bile narejene na Oddelku za rehabilitacijo oseb z okvaro hrbtenjače od leta 2010 do vključno septembra 2013 in so bile vpisane v računalniški sistem (mFLEX, verzija 4.0).

Merilni sistem (mFLEX) sestavljajo merilna prožna blazina s senzorji, kabli, ki prek vmesnika povezujejo merilno blazino z računalnikom, in računalniški program (mFLEX, verzija 4.0) na prenosnem računalniku (slika 1).

Meritev izvajamo v prostorih delovne terapije. Pacient se namesti oziroma ga namestimo v sedeč položaj na vozičku (na ročni ali elektromotorni pogon). Na voziček pod osebo namestimo testirano antidekubitusno sedežno blazino, nanjo pa pravilno namestimo merilno blazino. Namestitev zahteva od uporabnika večkratno dvigovanje na roke na vozičku. Če pacient tega sam ne zmore izvesti, uporabimo sobno dvigalo. Terapevt z roko otipa in določi položaj kostnih prominenc (15). Meritev za eno testirano antidekubitusno sedežno blazino traja približno od 15 do 20 minut. Med merjenjem delovni terapevt opazuje vrednosti in spremembe sedežnih pritiskov na računalniškem zaslonu glede na položaj in popravljanje položaja sedenja pacienta. Postopek traja, dokler ne dobimo zelenega položaja oziroma optimalne razporeditve pritiskov. Položaj pacienta ob testirani blazini, nameščeni na vozičku, spreminjamo s premeščanjem naprej ali nazaj ali vstran na sedežu, s podlaganjem na primer klinov pod blazino ali s spremembo kotov sedežne enote oziroma višine podnožnikov. Merimo pravilno in nepravilno sedenje. Temu sledi zapisovanje oziroma shranjevanje meritve in podatkov v računalniški sistem (slika 2). Glede na to, da za posameznega pacienta testiramo vsaj dve antidekubitusni sedežni blazini, pogosto tudi tri ali več, celoten postopek merjenja in svetovanja za

izbor ene ustrezne antidekubitusne sedežne blazine navadno traja najmanj 45 minut.

Meritev sedežnih pritiskov v klinični praksi uporabljamo kot pomožno metodo za izbiro ustrezne antidekubitusne sedežne blazine pri osebah z okvaro hrbtenjače:

- ki so se že zdravile zaradi razjede zaradi pritiska v predelu sedala;
- ki imajo v predelu sedala razjedo zaradi pritiska;
- ki so pri sedenju v vozičku nepomične;
- ki imajo težave s pravilnim sedenjem oziroma držo pri sedenju na vozičku.

REZULTATI

Od leta 2010 do vključno septembra 2013 smo opravili meritve sedežnih pritiskov pri 46 pacientih (36 moških in 10 žensk) z okvaro hrbtenjače. 19 oseb je imelo okvaro vratne hrbtenjače, 27 pa okvaro prsne ali ledvene hrbtenjače. Meritve smo izvedli pogosteje pri ambulantnih kot pri hospitaliziranih pacientih. Pri posameznem pacientu smo izvedli meritve z najmanj dvema različnima antidekubitusnima sedežnima blazinama. Vsako leto smo izvedli večje število meritev kot prejšnje.

Paciente je v delovno terapijo na meritve sedežnih pritiskov v večini primerov napotil oddelčni zdravnik specialist fizikalne in rehabilitacijske medicine. Meritev je izvedel delovni terapevt. Skupni cilj vsem je preveriti razporeditev pritiskov na trenutni antidekubitusni sedežni blazini, nato testirati in izbrati ustrezno novo blazino ali prilagoditi sedenje in razporeditev pritiskov na trenutni blazini. Žal podatka o prisotnosti razjede zaradi pritiska nismo redno zapisovali. Nekateri pacienti so imeli že razvito razjedo zaradi pritiska, pri drugih je bila ogroženost za njen nastanek večja, kar smo ocenili klinično z anamnezo in statusom kože v sedalnem predelu.

V klinični praksi ugotavljamo, da je večina pacientov zaradi neustrezne razporeditve pritiskov ob nepravilnem položaju pri sedenju potrebovala vizualen prikaz razporeditve pritiskov na računalniškem zaslonu za boljše razumevanje pravilnega razbremenjevanja in spreminjanja položajev pri sedenju na vozičku.

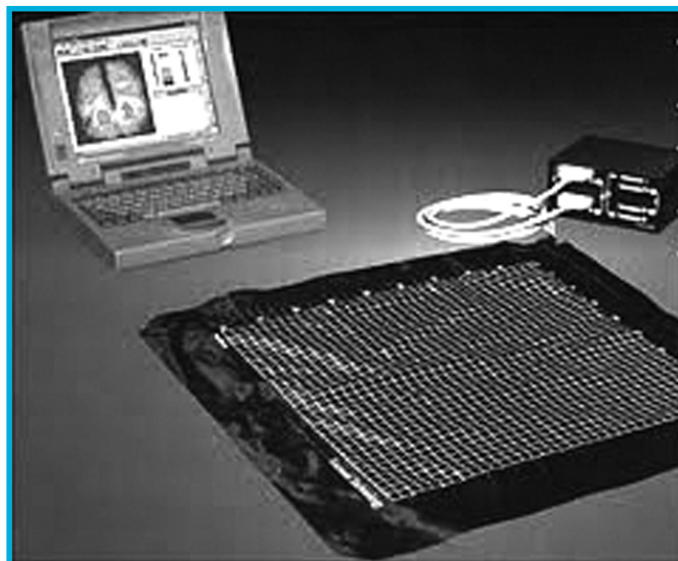
Večletne izkušnje pri izbiri antidekubitusnih sedežnih blazin smo dodatno podkrepili z informacijami, ki smo jih pridobili ob posameznih meritvah sedežnih pritiskov, kar v nadaljevanju rezultatov povzemamo.

Osebam s paraplegijo, ki samostojno poganjajo voziček na ročni pogon in razbremenjujejo povečan pritisk v sedežnem predelu s pogostim spreminjanjem položajev (transferji, gibanje na vozičku, dvig na roke), kljub rahlemu povečanju pritiskov na značilnih mestih zadostuje nizkoprofilna antidekubitusna sedežna blazina (bodisi račne s sistemom

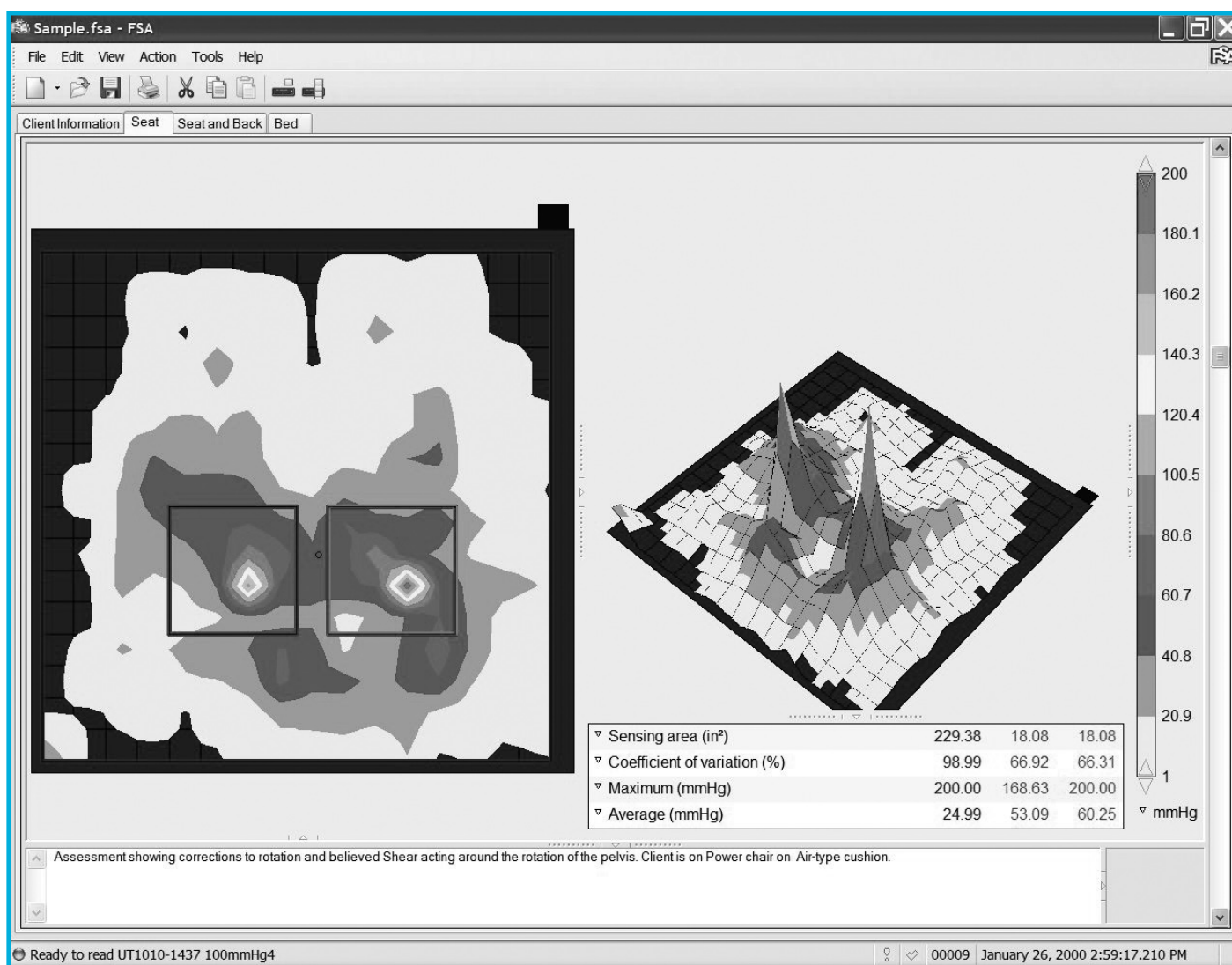
suhega lebdenja, kombinacija gela in spominske pene ali zračne umetne mase).

Osebam s paraplegijo, ki imajo prenizko ali previsoko telesno težo, imajo že razvito razjedo zaradi pritiska, ki so manj aktivne zaradi okvar v ramenskih obročih in ki imajo slab nadzor v trupu, pa ustrezajo visokoprotfilne antidekubitussne sedežne blazine (bodisi zračne s sistemom suhega lebdenja, kombinacija gela in spominske pene ali zračne umetne mase).

Osebam s tetraplegijo, ki samostojno poganjajo voziček na ročni pogon in lahko s spreminjanjem položajev na vozičku delno razbremenijo sedežni predel, v večini primerov ustrezajo nizkoprotfilne antidekubitussne sedežne blazine, vendar take, ki imajo možnost uravnavanja pretoka zraka med celicami in s tem zagotavljanje stabilnosti pravilnega položaja pri sedenju (boljše ravnotežje), ali kombinacija visokoprotfilne in nizkoprotfilne blazine s sistemom suhega lebdenja ter blazine, ki so kombinacija pene in gela ali zraka (za lažje izvajanje transferjev).



Slika 1: Merilna blazina z računalniškim vmesnikom (mFLEX)



Slika 2: Primer meritve sedežnih pritiskov. Levo je prikazana 2D-meritev, desno 3D, skrajno desno skala s pritiski v mm Hg (mFLEX) (www.pressuremapping.com/File/PPTs/Best1.ppt; dosegljivo na spletu 28. 12. 2013).

Osebam s tetraplegijo, ki v vozičku na elektromotorni pogon sedijo pasivno, najpogosteje ustrezajo visokoprofilne sedežne blazine z možnostjo uravnavanja pretoka zraka med celicami (kar omogoča pravilen simetričen položaj med sedenjem) ali kombinacija visokoprofilne in nizkoprofilne blazine s sistemom suhega lebdenja.

RAZPRAVA

V naši klinični praksi vse bolj uporabljena metoda meritve sedežnih pritiskov se izkazuje kot dobra pomoč pri izbiri antidekubitusne sedežne blazine, vendar pogrešamo jasno dorečene indikacije za napotitev na meritev ter protokol meritve in izbire blazine. Da bi lahko pripravili protokol, smo pregledali literaturo glede meritev sedežnih pritiskov in meritev, ki smo jih naredili od začetka uporabe metode.

Metoda meritve sedežnih pritiskov mora biti pravilno uporabljena (namestitvev merilne blazine, povezava z računalnikom, kalibracija) in rezultati ustrezno interpretirani v kontekstu težav in lastnosti posameznega pacienta (13). Ob začetku uporabe metode nismo poznali postopka kalibracije in zato številčnih vrednosti takrat izmerjenih pritiskov ne moremo upoštevati.

Za zdaj v literaturi ni splošno sprejetega praga pritiska, ki bi zagotavljal, da se razjeda zaradi pritiska ne bo razvila (15), pa tudi metodoloških smernic za meritve sedežnih pritiskov ne (4, 16). Zato meritev v smislu odčitavanja številčne vrednosti pritiskov na določenih mestih, povprečenja pritiskov ali primerjanja številčnih vrednosti med meritvami pri posameznem pacientu ali med pacienti ne izvajamo.

Testirane in/ali izbrane antidekubitusne sedežne blazine nikoli ne predpišemo samo na podlagi meritve sedežnih pritiskov, je pa meritev v pomembno pomoč (17). Jan in Brienza v članku iz leta 2006 celo navajata, da je »meritev sedežnih pritiskov bolj primerna za iskanje neustrezne kot ustrezne podporne površine« (15).

Ko med kompleksno rehabilitacijsko obravnavo v subakutnem obdobju po okvari hrbtenjače prvič izbiramo sedežno blazino, postopek testiranja poteka timsko. Testiramo različne antidekubitusne sedežne blazine glede na določeno funkcijsko kategorijo in ob upoštevanju vseh drugih pridruženih stanj oziroma bolezni. Večkrat na dan opazujemo kožo (med sedenjem in po njem ter po ležanju v različnih položajih) in položaj med sedenjem in poganjanjem vozička. Med hospitalizacijo imamo več časa za testiranje in dokončno izbiro antidekubitusne sedežne blazine. Ko meritev izvedemo med ambulantno obravnavo, je čas za izvedbo razmeroma kratek, pacient pa pogosto potrebuje preizkus blazine tudi med aktivnostmi v domačem ali delovnem okolju. Metoda meritev statičnih sedežnih pritiskov nam ne omogoča, da bi meritev izvedli zunaj bolnišnice.

Občasno izvedemo meritev pritiskov tudi med ležanjem pacienta na bolniški postelji. Rezultati meritev lahko pomagajo pri boljšem nameščanju pacienta v postelji za razbremenjevanje bolj ogroženih predelov za nastanek razjede zaradi pritiska. Metodo bi lahko pogosteje uporabljali za meritev pritiskov med ležanjem in za izbiro antidekubitusne posteljne blazine.

Pri osebah z visoko okvaro vratne hrbtenjače, ki pasivno sedijo v vozičku, občasno izvedemo meritev pritiskov v predelu hrbtišča. Rezultati meritev nam lahko olajšajo izbiro ustreznega hrbtne naslona vozička (možnost električnega naklona hrbtne naslona, celotne sedežne enote, namestitvev dodatnih stranskih podpor – pelot). V takih primerih pogrešamo možnost hkratne meritve pritiskov na sedežu in hrbtišču, ker naklon hrbtišča lahko pomembno vpliva na razporeditev pritiskov v sedežnem predelu (5, 14, 18).

Kako v prihodnje?

Za odločanje o izbiri ustrezne antidekubitusne sedežne blazine bomo meritev sedežnih pritiskov še naprej izvajali pri osebah z okvaro hrbtenjače, ki so se že zdravile ali imajo v predelu sedala razjedo zaradi pritiska, ki imajo težave s pravilnim sedenjem oziroma držo pri sedenju na vozičku in ki so pri sedenju v vozičku nepomične. Predlagamo, da meritev izvedemo pri testiranju blazin vedno:

- v subakutnem obdobju po okvari hrbtenjače pred izbiro prve antidekubitusne sedežne blazine in
- ko pri osebi s kronično okvaro hrbtenjače pride do spremembe funkcijskega stanja in/ali pojava razjede zaradi pritiska ter predčasno predpisujemo novo blazino ali menimo, da trenutna ni več ustrezna, in želimo izbrati drugačno (tako, ki bo tveganje za poslabšanje ali pojav razjede zaradi pritiska znižala).

Protokol meritve sedežnih pritiskov bi moral obsegati oceno ogroženosti za nastanek razjede zaradi pritiska z ustrezno lestvico (19), osnovne podatke o pacientu (spol, starost, višina, telesna teža), podatke o okvari hrbtenjače (čas od okvare, nevrološka raven, obseg okvare – ASIA Impairment Scale), podatke o statusu kože (intaktnost kožnega pokrova, vnetja kože, rane na koži, hiperpigmentacije, stanjšana koža in podkožje), kontinence za urin in blato, prisotnosti razjede zaradi pritiska v preteklosti, razjede zaradi pritiska v času izvajanja meritve (lokacija, stopnja po klasifikaciji NPUAP, velikost, čas od nastanka razjede, trenutno zdravljenje – preveze), asimetrije v trupu (kifoza, izravnana ledvena lordoza, skolioza) in medenici, nameščenih ortoz (steznik, ortoza za spodnje ude, na primer OKGS, proteza za spodnji ud). Zapisati bi morali lastnosti vozička, ki ga pacient uporablja (kar je lahko težavno pri prvem predpisu blazine, ko pacient še nima individualno prilagojenega lastnega vozička). Ob meritvi bi morali zapisati lastnosti blazine, na kateri pacient med meritvijo sedi, položaj, pri katerem je meritev narejena, in druge ukrepe, ki jih izvedemo za boljšo razporeditev

pritisikov. Slikovnemu prikazu meritve (npr. slika 2) bi lahko priložili tudi fotografijo pacienta na vozičku, narejeno med meritvijo. Ob koncu meritev bi morali narediti poročilo o celotnem postopku z utemeljitvijo izbire najustreznejše blazine.

Meritve sedežnih pritiskov bi lahko redno uporabljali tudi za edukacijo pacienta in/ali svojcev za prikaz razporeditve pritiskov brez uporabe antidekubitusne sedežne blazine ali z njo in z različnimi načini razbremenjevanja sedalnega predela (aktivni ali pasivni nakloni in premiki trupa).

ZAKLJUČEK

Merjenje sedežnih pritiskov ima pomembno vlogo v postopku testiranja antidekubitusne sedežne blazine, ne more pa biti edino merilo pri izbiri in predpisovanju ustreznih blazin. Metodo bi v obravnavi oseb z okvaro hrbtenjače lahko uporabljali bolj pogosto in sistematično, zato moramo pripraviti protokol z vključitvenimi merili, poenotenimi navodili za izvedbo meritev, zapisanimi podatki in zaključnim poročilom.

Literatura:

- Lah A. Patofiziologija in vzroki za nastanek RZP. V: Vilar, V, ur. Evropske smernice za preventivo in oskrbo razjede zaradi pritiska: strokovno izobraževanje z učnimi delavnicami, Portorož, marec 2011. Ljubljana: Društvo za oskrbo ran Slovenije – DORS, 2011: 16–24.
- Barnett RI, Shelton FE 4th. Measurement of support surface efficacy: pressure. *Adv Wound Care* 1997; 10: 21–9.
- Shelton F, Barnett R, Meyer E. Full-body interface pressure testing as a method for performance evaluation of clinical support surfaces. *Appl Ergon* 1998; 29: 491–7.
- Eitzen I. Pressure mapping in seating: a frequency analysis approach. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 1136–40.
- Hobson DA. Comparative effects of posture on pressure and shear at the body-seat interface. *J Rehabil Res Dev* 1992; 29: 21–31.
- Maurer CL, Sprigle S. Effect of seat inclination on seated pressures of individuals with spinal cord injury. *Phys Ther* 2004; 84: 255–61.
- Giesbrecht EM, Ethans KD, Staley D. Measuring the effect of incremental angles of wheelchair tilt on interface pressure among individuals with SCI. *Spinal Cord* 2011; 49: 827–31.
- Sprigle S, Maurer C, Sorenblum SE. Load redistribution in variable position wheelchairs in people with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2010; 33: 58–64.
- Black J, Baharestani M, Cuddigan J, Dorner B, Edsberg L, Langemo D, et al. National Pressure Ulcer Advisory Panel's updated pressure ulcer staging system. *Dermatol Nurs* 2007; 19: 343–9.
- Tam EW, Mak AF, Lam WN, Evans JH, Chow YY. Pelvic movement and interface pressure distribution during manual wheelchair propulsion. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 1466–72.
- Sorenblum SE, Sprigle SH. The impact of tilting on blood flow and localized tissue loading. *J Tissue Viability* 2011; 20: 3–13.
- Kernozek TW, Lewin JE. Seat interface pressures of individuals with paraplegia: influence of dynamic wheelchair locomotion compared with static seated measurements. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 313–6.
- Stinson MD, Porter-Armstrong A. Seating and pressure support needs of people with cancer in the cervix or rectum: a case series on the clinical usefulness of pressure mapping assessment. *Eur J Cancer Care (Engl)* 2007; 17: 298–305.
- Henderson JL, Price SH, Brandstater ME, Mandac BR. Efficacy of three measures to relieve pressure in seated persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 535–9.
- Jan Y, Brienza DM. Technology for pressure ulcer prevention. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2006; 11: 30–41.
- Hanson D, Langemo D, Anderson J, Hunter S, Thompson P. Pressure mapping: seeing the invisible. *Adv Skin Wound Care* 2006; 19: 432–4.
- Gil-Agudo A, De la Peña-González A, Del Ama-Espinosa A, Perez-Rizo E, Diaz-Dominguez E, Sanchez-Ramos A. Comparative study of pressure distribution at the user-cushion interface with different cushions in a population with spinal cord injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2009; 24: 558–63.
- Makhsous M, Priebe M, Bankard J, Rowles D, Zeigler M, Chen D, L in F. Measuring tissue perfusion during pressure relief maneuvers: insights into preventing pressure ulcers. *J Spinal Cord Med* 2007; 30: 497–507.
- Mortenson WB, Miller WC, SCIRE Research Team. A review of scales for assessing the risk of developing a pressure ulcer in individuals with SCI. *Spinal Cord* 2008; 46: 168–75.