

Transkutana oksimetrija (TcPO₂) – između teorije i prakse

MIRNA ŽULEC

*Poliklinika Marija za dermatovenerologiju, baromedicinu i kirurgiju
Visoka tehnička škola Bjelovar, Studij sestrinstva, Bjelovar, Hrvatska*

Transkutana oksimetrija je postupak kojim se mjeri pritisak kisika na tkivo te utvrđuje oksigenacija. Izuzetno je bitan za utvrđivanje stanja mikrocirkulacije te se primjenjuje kod procjene visine amputacije, učinka revascularizacijskih postupaka, kao prediktor cijeljenja rane i učinkovitosti hiperbarične oksigenoterapije. Mjerenje se obavlja aplikacijom elektrode na mjerno mjesto, a rezultat izražava u mm Hg, pri čemu adekvatna zasićenost kisikom ima vrijednost veću od 50 mm Hg, vrijednost između 20 i 40 mm Hg ukazuje na hipoksiju, a ispod 20 mm Hg na izrazitu hipoksiju. U Hrvatskoj se ovo mjerenje provodi najčešće prilikom procjene pacijenta za hiperbaričnu oksigenoterapiju, no šira primjena bi objektivizirala i olakšala postupke u zbrinjavanju osoba s oštećenom mikrocirkulacijom.

KLJUČNE RIJEČI: TcPO₂, hipoksija, kronične rane, HBOT

ADRESA ZA DOPISIVANJE: Mirna Žulec, dipl. med. techn.
Visoka tehnička škola u Bjelovaru
Studij sestrinstva
Trg E. Kvaternika 4
43 000 Bjelovar, Hrvatska
E-pošta: mzulec@vtsbj.hr

UVOD

Transkutana oksimetrija, TcPO₂ ili TCOM, je proces lokalnog, neinvazivnog mjerenja pritiska kisika na površinu kože. Ova pretraga je indikator aktualne tkivne oksigenacije i može dati uvid u razinu tkivne ishemije te posebice opskrbe kisikom na razini kože (1-4). Omogućuje brzu, kontinuiranu informaciju o sposobnosti tijela da dostavi kisik u tkiva. Kisik ima vitalnu ulogu u cijeljenju rana. Mnogi se stanični procesi bitni za cijeljenje mogu uspješno odvijati jedino pri parcijalnom tlaku kisika većem od 30 do 40 mm Hg (5,6). Tkivna hipoksija je uvijek prisutna kod rana koje ne cijele/teško cijele, a mjerenje tkivne oksigenacije je važan je dio adekvatne procjene rane.

KLINIČKA PRIMJENA

Transkutani nadzor kisika i ugljičnog dioksida se prvotno koristio u neonatologiji, a postao je rutinski postupak u nekoliko kliničkih područja uključujući:

- Određivanje periferne vaskularne oksigenacije
- Kvantificiranje stupnja bolesti perifernih krvnih žila
- Određivanje optimalne razine amputacije
- Procjenu revascularizacijskih postupaka
- Odabir kandidata za hiperbaričnu terapiju kisikom i predviđanja njene učinkovitosti

METODA

Mjerenje se provodi aplikacijom jedne ili više elektroda (ovisno o modelu aparata) na mjerno mjesto. Obično je to dorzum stopala ili neposredna blizina rane. Mjesto mjerenja se prethodno očisti fiziološkom otopinom, zatim se na kožu nalijepi tzv. prsten, koji se puni kontaktnom tekućinom te se na njega aplicira elektroda. Tehnički, elektroda zagrijava tkivo ispod nje za stvaranje lokalne hiperemije, koja povećava krvnu perfuziju i povećava pritisak kisika. Temperatura na kojoj se mjeri iznosi 43° C. Za vrijeme pretrage pacijent treba mirovati u ležećem položaju u

normalno zagrijanoj prostoriji te biti normalno utopljen. Nakon početne kalibracije vrijednost se očitava nakon 15. minute. Ovisno o cilju pretrage te stanju pacijenta pretragu možemo ponoviti nakon elevacije ekstremiteta ili nakon vježbanja, kako bi se učinkovito provjerile arterijske rezerve (7). U slučaju mjerenja radi predviđanja učinkovitosti hiperbarične oksigenoterapije (HBOT) mjerenje se ponavlja nakon 10-minutnog udisanja 100 %-tnog kisika na normobaričnim uvjetima.



Sl. 1. Aplikacija elektrode za mjerenje TcPO₂

PREDNOSTI I OGRANIČENJA METODE

Transkutana oksimetrija je neinvazivna metoda, može se ponavljati više puta, a isto tako mjerenje može biti kontinuirano. Moguće je mjerenje unutar hiperbarične komore. Kontinuirano mjerenje može zamijeniti učestalo mjerenje acidobaznog statusa. Ovaj postupak daje točnije rezultate od mjerenja *Ankle Brachial Pressure Index* (ABPI) koje ima limitiranu upotrebu kod pacijenata s kalcifikacijom ili distalno okludiranim potkoljenskim arterijama. Postoji nekoliko ograničenja u provedbi mjerenja, koja su u ovisnosti o mjestu na kojem se mjeri i/ili osobe koja mjeri (7). TcPO₂ se ne može mjeriti pod određenim fizičkim uvjetima, npr. edem, suha koža koja se ljušti, maceracija, kožna zadebljanja, celulitis (8). Budući da se elektroda stavlja na netaknutu kožu oko rane, a ne izravno na samu ranu, ova metoda ne mjeri tlak kisika unutar rane, što svakako treba imati na umu. Nadalje, mehanički pritisak na elektrode mijenja TcPO₂ vrijednost. Kalibracija aparata, postavljanje senzora i mjerenja na jednom mjestu zahtijevaju oko 30 minuta, uz dodatno vrijeme za svako mjesto mjerenja ako se radi o aparatu s jednom elektrodom.

INTERPRETACIJA REZULTATA

Radi usklađivanja raznih parametara stručna skupina je donijela konsenzus oko interpretacije rezultata (9). Iz konsenzusa slijedi:

Normalne vrijednosti TcPO₂ na ekstremitetima

- Za vrijeme udisanja normobaričnog zraka, prosječna vrijednost kod zdravih osoba je > 50 mm Hg

Hipoksija

- Hipoksija koja će usporiti ili spriječiti cijeljenje rane iznosi < 40 mm Hg

- Kod pacijenata s dijabetesom ili bubrežnom insuficijencijom rane mogu imati obilježja hipoksije i pri vrijednostima do 50 mm Hg

Cijeljenje nakon amputacije

- Vrijednosti < 40 mm Hg povezane su s manjom vjerojatnošću cijeljenja

- Ako se razina poveća za < 10 mm Hg tijekom udisanja normobaričnog kisika vjerojatan je neuspjeh cijeljenja sa 68 % točnosti, ako nije moguće povećati oksigenaciju unutar rane

Učinkovitost HBOT

- Ako se pri udisanju normobaričnog kisika vrijednost poveća za < 10 mm Hg ili se smanji, vrlo je vjerojatno da HBOT neće biti učinkovita

- Ako se kod pacijenata s dijabetičkim stopalom i hipoksijom u normobaričnim uvjetima vrijednost TcPO₂ poveća na više od >200 mHg, udišući hiperbarični kisik, rana će vjerojatno zacijeliti

- Ako su vrijednosti u komori < 100 mm Hg vjerojatnost za cijeljenje je gotovo nikakva.

PROGNOŠTIČKA VRIJEDNOST TCPO₂

TcPO₂ kod cijeljenja rana ima prognostičku točnost od 83 % te nije pod utjecajem dijabetesa ili kroničnog zatajenja bubrega (11). Što se tiče predviđanja cijeljenja nakon amputacije, cijeljenje će biti uspješno ako je vrijednost mjerena na dorzalnoj strani veća od 40 mm Hg (14). Slično tome, Ballard i sur. uspješno su koristili TcPO₂ radi određivanja razine ishemije i daljnjeg plana liječenja. Otkrili su da transmetatarzalna razina TcPO₂ od 30 mm Hg ili više uspješno predviđa iscjeljivanje s konzervativnom skrbi u 86 % u pacijenata s dijabetesom (11).

ZAKLJUČAK

Svaki se zdravstveni sustav susreće s rastućim izazovima pri zbrinjavanju osoba s kroničnim ranama, kako zdravstvenim tako i ekonomskim. Visoka incidencija kroničnih rana, posebice kao posljedica

dijabetesa, dovodi do nekritičnosti pri donošenju odluke o amputaciji ili mjestu amputacije. Noviji pristupi u procjeni rane uključuju pojam *rana bez mogućnosti cijeljenja* (10). Svako odgađanje u primjeni adekvatnog tretmana otežava buduće cijeljenje rane (12,13). Posljedično, produljenje početka liječenja povećava troškove liječenja. Zbog svega navedenog bilo bi poželjno u kliničku primjenu implementirati pretragu koja bi u ranoj fazi objektivizirala mogućnost cijeljenja određene rane te omogućila primjenu adekvatnih metoda liječenja što ranije, bez obzira bila to pravodobna i adekvatna amputacija ili primjena ostalih načina.

Transkutana oksimetrija, kao što je ranije navedeno, ima višestruku primjenu. O toj je temi objavljeno oko 1000 radova zbog čega su dobro poznate sve prednosti, ali i ograničenja. U Hrvatskoj se najviše primjenjuje u poliklinikama prilikom procjene za HBOT, no šira bi primjena zacijelo pridonijela kvalitetnijoj skrbi osoba s poremećajima mikrocirkulacije.

LITERATURA

1. Larsen JF, Christensen KS, Egebald K. Transcutaneous oxygen tension exercise profile. A method for objectively assessing the results after reconstructive peripheral arterial surgery. *Eur J Vasc Surg* 1998; 2: 377-81.
2. Rooke TW. The use of transcutaneous oxymetry in the non-invasive vascular laboratory. *Int Angiol* 1992; 11: 36-40.
3. Got I. Transcutaneous oxygen pressure: advantages and limitations. *Diabetes Metab* 1998; 24: 379-84.
4. De Graaff JC, Ubbink DT, Legemate DA, De Haam RJ, Jacobs MJ. Interobserver and intraobserver reproducibility of peripheral blood and oxygen pressure measurements in

the assessment of lower extremity arterial disease. *J Vasc Surg* 2001; 33: 1033-40.

5. Niinikoski J. Hyperbaric oxygen therapy of diabetic foot ulcers, transcutaneous oximetry in clinical decision making. *Wound Rep Regen* 2003; 11: 458-61.
6. Cianci P. Advances in the treatment of the diabetic foot: Is there a role for adjunctive hyperbaric oxygen therapy? *Wound Rep Regen* 2004; 12: 2-10.
7. Shapiro J, Nouvong A. Assessment of Microcirculation and the Prediction of Healing in Diabetic Foot Ulcers u Medicine »Endocrinology and Metabolism« "Topics in the Prevention, Treatment and Complications of Type 2 Diabetes", DOI: 10.5772/21967
8. Dooley J, Schimer J, Slade B. Use of transcutaneous pressure of oxygen in the evaluation of edematous wounds. *Undersea Hyperbaric Med* 1996; 23: 167-74.
9. Fife CE, Smart DR, Sheffield PJ, Hopf HW, Hawkins G, Clarke D. Transcutaneous oximetry in clinical practice: consensus statements from an expert panel based on evidence. *Undersea Hyperb Med* 2009; 36: 43-53.
10. Sibbald RG1, Goodman L, Woo KY i sur. Wound Bed Preparation: Special considerations in wound bed preparation 2011: an update. *Adv Skin Wound Care*. 2011; 24:415-36; quiz 437-8. doi: 10.1097/01.ASW.0000405216.27050.97
11. Padberg F, Beck TL, Thompson PN i sur. Transcutaneous oxygen (TcPO₂) estimates probability of healing in the ischemic extremity. *J Surg Res* 1996; 60: 365-9.
12. Ballard J, Eke CC, Bunt TJ, Killeen JD. A prospective evaluation of transcutaneous oxygen measurements in the management of diabetic foot problems. *J Vasc Surg* 1995; 22: 485-92.
13. Moffat CJ, Doherty DC, Smithdale R, Franks PJ. Clinical predictors of leg ulcer healing. *Br J Dermatol* 2009; 162: 51-8.
14. Katsamouris A, Brewster DC, Megerman J, Cina C, Darling RC, Abbott WM. Transcutaneous oxygen tension in selection of amputation level. *Am J Surg* 1984; 147: 510-17.

SUMMARY

TRANSCUTANEOUS OXIMETRY – BETWEEN THEORY AND PRACTICE

M. ŽULEC

*Marija Polyclinic for Dermatovenereology, Baromedicine and Surgery,
Bjelovar High Technical School, Study of Nursing, Bjelovar, Croatia*

Transcutaneous oximetry is a procedure used to measure the pressure of oxygen in tissue and to determine oxygenation level. It is essential to determine the state of microcirculation and is used to assess the necessity and level of amputation and the effect of revascularization procedures, as a predictor of wound healing and hyperbaric oxygen therapy (HBOT) effectiveness tool. The measurement is done by the application electrode measuring point and the result is measured in mm Hg. Tissue with adequate oxygen level has a value greater than 50 mm Hg. Values between 20 and 40 mm Hg are considered hypoxic, while those below 20 mm Hg indicate extreme hypoxia. In Croatia, TcPO₂ is commonly used for HBOT assessment but there is the need of broader application to objectify and facilitate procedures in the care of persons with impaired microcirculation.

KEY WORDS: TcPO₂, hypoxia, chronic wounds, hyperbaric oxygen therapy