Journal of Pre-Hospital - Hastane Öncesi Dergisi

JPH, December 2025, 10(3), 387-395

Review-Derleme *DOI; 10.54409/hod.1576411*

HASTANE ÖNCESİ YAKLAŞIMI ETKİLEYEN ÖNEMLİ BİR PARAMETRE: SEREBRAL OKSİJEN SATÜRASYONU

Hilal KARTAL GÜNEN[1] Mustafa GÜNEN[2]

ÖZ

Hastane öncesi olgularda nörolojik sonuçları tahmin etmede güvenilir yöntemler yetersizdir. Geleneksel karar kuralları doku hipoksisini belirlemede ve hemodinamideki değişimleri ön görmede çoğu zaman geç kalmaktadır. Daha etkili nörolojik muayene yöntemlerinin benimsenmesi nörolojik sonuçları iyileştirmeye ve her hasta için terapötik müdahaleleri optimize etmeye yardımcı olacaktır. Nörolojik izlem aracı olan serebral oksimetre, beyin dokusunu doğrudan izlemeye ve değerlendirmeye olanak sağlamakta, noninvaziv teknikle serebral oksijen satürasyonu hakkında bilgi vermektedir. Hastane öncesi serebral oksijen satürasyonu takibinin ise kardiyopulmoner resüsitasyon sırasında nöroprotektif tedavi stratejilerine rehberlik edebileceği ve kardiyopulmoner resüsitasyon protokollerine entegre edilebileceği bildirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hastane Öncesi, Serebral Oksijen Satürasyonu**,** Serebral Oksimetre

AN IMPORTANT PARAMETER AFFECTING PREHOSPITAL APPROACH: CEREBRAL OXYGEN SATURATION

ABSTRACT

In prehospital cases, reliable methods for predicting neurological outcomes are insufficient. Traditional decision rules often fall short in detecting tissue hypoxia and predicting changes in hemodynamics in a timely manner. Adopting more effective neurological assessment methods can help improve neurological outcomes and optimize therapeutic interventions for each patient. Cerebral oximetry, a neurological monitoring tool, allows for direct monitoring and evaluation of brain tissue, providing information on cerebral oxygen saturation through a non-invasive technique. Monitoring cerebral oxygen saturation in the

[1]Corresponding Author /Sorumlu Yazar, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü, Acil Sağlık Hizmetleri Birimi, İstanbul, Türkiye, hilal.kartalg@gmail.com

[2]İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü, Halk Sağlığı Hizmetleri Başkanlığı, İstanbul, Türkiye**,** mustafagunen21@gmail.com

Makale Geliş Tarihi/Submission Date; 30.10.2024 Kabul Tarihi/ Accepted Date; 01.01.2025

prehospital setting has been reported to potentially guide neuroprotective treatment strategies during cardiopulmonary resuscitation and can be integrated into cardiopulmonary resuscitation protocols.

Keywords: Prehospital, Cerebral Oxygen Saturation, Cerebral Oximeter

GİRİŞ

Hastane öncesi acil sağlık hizmetleri hızla gelişen ve yenilenen teknolojiyi yakından takip etmesi gereken ilk ve en önemli alanlardan bir tanesidir. Hastane öncesi kritik hasta bakımında, bilişsel yaklaşım ve beceri kadar teknolojinin de önemli bir yeri bulunmaktadır. Şüphesiz gelişen teknoloji hastane öncesi sağlık profesyonellerinin otonomisini de desteklemektedir (Guo ve Dye, 2023). Teknolojik gelişmelerden bir tanesi olan serebral oksimetre, hastane öncesinde yer alması ve kritik hasta bakımında destekleyici unsurlardan biri olarak görülmesi gereken bir cihazdır (Genbrugge vd., 2015). Serebral oksimetre, beyin dokusunu doğrudan izlemeye, değerlendirmeye olanak sağlayarak, noninvaziv teknikle beyin dokusunun oksijenasyonu ve perfüzyonu hakkında bilgi vermektedir. Özellikle hastane dışı kardiyopulmoner resüsitasyon ya da ciddi kafa travması olgularında hasta/kazazedenin durumu hakkında iyi bir rehberdir (Kalkan vd., 2014). Geleneksel karar kurallarının pupilla ışık refleksinden öteye henüz geçemediği ve beyin perfüzyonunu izlemede kullanılan yöntemlerin yetersizliği göz önüne alındığında serebral oksimetrenin zorlu hastane öncesi ortamda kullanımının hem hasta/kazazedeler hem de sağlık profesyonelleri için elzem olduğu düşünülmektedir (Sknifvars ve Aneman, 2019).

Bu derleme makalesinde hastane öncesi acil sağlık hizmetlerinin yönetiminde, kritik durumdaki hastalara yaklaşımı belirleyecek ve ambulanslarda mutlaka bulunması gereken serebral oksimetreden bahsedilmiştir.

1. SEREBRAL OKSİMETRE VE MONİTÖRİZASYON

Hasta güvenliğini ve mümkün olan en iyi hasta sonucunu sağlamak için oksijenasyonun izlenmesi önemlidir. Kardiyopulmoner arrest, künt travma, ciddi ve inatçı hipotansiyon ya da hemorajik/hipovolemik şok durumlarında oksijenasyon, arteriyal sistem içerisinde bulunan oksijen düzeyinin nabız oksimetre kullanılarak ölçülmesiyle izlenmektedir. Ancak nabız oksimetre kullanılarak elde edilen oksijenasyon değeri ile serebrovasküler sistem içerisindeki oksijen düzeyi benzer özellik göstermemektedir. Bu sebeple, serebral doku oksijenasyonu ve perfüzyonunun değerlendirilmesi amacıyla serebral oksimetreler kullanılmaktadır. (Taussky vd., 2012; Çelik ve Çiftçi, 2018; Genbrugge vd., 2015).

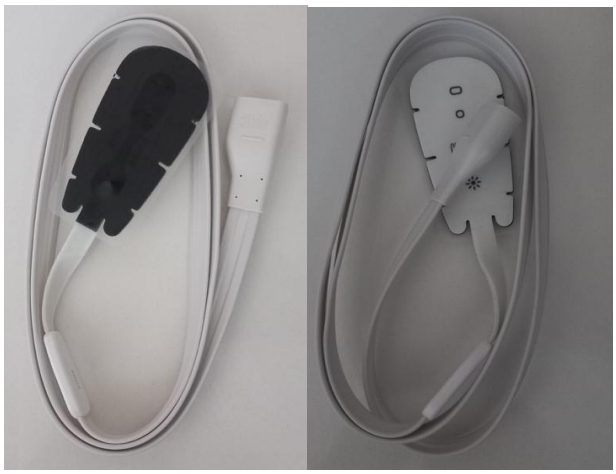
Serebral oksimetre, 1970'lerde çocuk ve yetişkin cerrahisi için geliştirilen nörolojik bir izlem aracıdır. Serebral oksimetrenin ilk kullanımı 1985 yılında Ferrari ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir (Takegawa vd., 2020). Günümüzde rutin kullanım alanları giderek artış göstermektedir. Kalp ve damar cerrahisi başta olmak üzere cerrahi operasyonlarda ve pediatri, nöroşirurji gibi bazı yoğun bakım ünitelerinde tercih edilmektedir (Denault vd., 2008). Son yıllarda ise acil servislerde kullanımının gerekli ve önemli olabileceği vurgulanmıştır (Çelik ve Çiftçi, 2018). Özellikle kafa travması sonrası serebral perfüzyon/oksijenasyonun değerlendirilmesinde sağladığı kolaylık ve anlık takip özelliği, serebral oksimetrenin acil servisler için uygulama alanı olabileceğini düşündürmektedir (Parnia, 2017).

Serebral oksimetre, Noninvazif Near Infrared Spektroskopi (NIRS) tekniğiyle çalışan bir monitörizasyondur (Çelik ve Çiftçi, 2018). NIRS, oksi ve deoksi hemoglobin sinyallerini yorumlayarak transkütanöz yolla serebral rejyonel oksijen satürasyonunun (rSO_2) ölçümü esasına dayanmaktadır (Wik, 2016). Nabız oksimetreden farklı olarak pulsatil kan akışına ihtiyaç duymadan, sürekli, gerçek zamanlı ve güvenli oksijen satürasyonu ölçümü sağlamaktadır. Günümüzde sıklıkla INVOS, SenSmart X-100 model, FORE-SIGHT, NIRO gibi NIRS özelliğinde portatif cihazlar kullanılmaktadır (Kaya ve Er, 2017). Ancak son zamanlarda acil servislerde ve ambulanslarda sıklıkla ve kolaylıkla kullanılabilmesi için el tipi serebral oksimetre cihazı Nonin-CO-pilot da geliştirilmiştir.

Monitörizasyon, frontotemporal bölgeye yerleştirilen kendiliğinden yapışkanlı 2 ya da 4 adet prob kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Probların pediatrik ve erişkin tipleri bulunmaktadır. Her bir prob üzerinde bir ışık kaynağı ve iki adet sensör yer almaktadır (Şekil 1). Sensörler ekstrakraniyel dokulardan ve beyin dokusundan verilerin alınmasını, bu veriler arasındaki farkın hesaplanmasını ve rSO_2 değerinin monitöre yansıtılmasını sağlamaktadır (Newman vd., 2004; Genbrugge vd., 2015). Değerlendirilen bölge altındaki oksihemoglobinin, toplam hemoglobine olan oranı, " %"olarak ifade edilmektedir. Sağlıklı insanlar için normal değer aralığı ise %60-80 olarak kabul edilmektedir (Parnia, 2017).

NIRS tabanlı serebral oksimetre kullanımının en büyük avantajı, rSO_2'nin sürekli ve invaziv olmayan bir şekilde ölçülmesini sağlamasıdır (Genbrugge vd., 2015). Serebral oksimetre ölçümleri, izlenen diğer parametrelere önemli bir tamamlayıcı olarak kabul edilmektedir. Diğer bir avantajı ise fizyolojik değişiklikleri ve metabolik süreçleri doğrudan tespit etmesi, basit prosedürler içermesi ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Ticari markalara göre farklılık göstermekle birlikte serebral oksimetre probunun çoğu zaman tek kullanım özelliğinde ve sinyal-gürültü oranının düşük olması ise birer dezavantajdır (Fellahi vd., 2013). Yumuşak doku travmasına bağlı gelişen cilt lezyonları ya da cilt altı hematom, NIRS problarının düzgün bir şekilde takılmasını

imkansız hale getirebilmekte veya sinyal alımında bozulmalara yol açarak yanlış rSO_2 sonuçlarına neden olabilmektedir (Calderon-Arnulphi vd., 2009; Barud vd., 2021). Ancak avantajları ve etkinliği göz önüne alındığında NIRS tabanlı monitörizasyonun son on yılda popüler bir konu haline geldiği görülmüştür. Bununla birlikte, hastane öncesi alan için bakım ve tedavide altın standart olacağı tahmin edilmektedir (Zhong vd., 2021).



Şekil 1. Serebral oksimetre probu örneği (yapışkanlı yüzey-dış yüzey)

(Görsellerde yer alan fotoğraflar yazar tarafından çekilmiştir, 2024)

2. HASTANE ÖNCESİ SEREBRAL OKSİJEN SATÜRASYONU VE ÖNEMİ

Hastane öncesi travmatik ve nontravmatik olgularda serebral hasarın tespiti ya da takibi oldukça zordur. Geç kalınan her müdahale nörolojik hasarı da beraberinde getirmektedir. Bu sebeple serebral dokunun korunması hastane öncesi sağlık profesyonellerinin temel önceliklerinden biri olmalıdır. Serebral oksimetre kullanılarak yapılan monitörizasyonun yüksek riskli hastaların olası tanı ve acil müdahalesinde yönlendirici olabileceği düşünülmektedir (Stocchetti vd., 2017; Weatherall vd., 2012).

Literatür incelendiğinde serebral travma öykülü hastaların takibinde hastane öncesi ve hastane içi serebral oksimetre kullanımının gerekli olduğu görülmektedir (Sknifvars ve Aneman, 2019). Serebral oksimetre kullanımının, travma veya hastalıktan kaynaklanan birincil beyin hasarını, iskemi ya da hipoksi sonucu gelişebilecek ikincil beyin hasarından korumayı destekleyeceğini bildiren araştırma sonuçları bulunmaktadır (Dias vd., 2016). Bununla birlikte serebral perfüzyonun etkilenebileceği tüm durumlarda da (yaşlılar, gebeler, inatçı hipotansiyon durumları, kardiyopulmoner resüsitasyon vb.) serebral dokuda organ hasarı henüz oluşmadan değerlendirebilme ve müdahale edebilme olanağı sunduğundan, serebral oksimetrenin rutin

olarak kullanılması gerektiği savunulmaktadır. Kısacası serebral oksimetre hem hastane hem de hastane öncesi için umut vaat eden bir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Ghosh vd., 2012).

Serebral oksimetrenin acil servislerde kullanımı, kardiyak arrest gibi serebral kan akımının durduğu, kardiyopulmoner resüsitasyon ile serebral kan akımının sağlandığı ve efektif beyin oksijenasyonunun değerlendirildiği durumlarda başlamıştır (Genbrugge vd., 2015). Konuyla ilgili olarak göğüs kompresyonlarının etkinliğinin incelendiği bir çalışmada; rSO_2'nin göğüs kompresyonlarının kalitesini güvenilir bir şekilde değerlendirebileceği bildirilmiştir (Koyama, 2013). Parnia ve ark. (2012) tarafından kardiyak arrest gelişen olgularda spontan geri dönüş ile serebral oksijen satürasyonu ölçümü arasındaki ilişkinin incelendiği araştırmada da serebral oksimetrenin kardiyak arrest sırasında spontan geri dönüşü tahmin etmede ve serebral perfüzyonun optimizasyonunda önemli rolü olduğu rapor edilmiştir. Başarılı resüsitasyon, yalnızca spontan dolaşımın geri dönmesi değil, aynı zamanda hayati organların oksijenlenmesi anlamına da geldiğinden merkezi sinir sistemi hasarına bağlı beyin oksijenasyonunu değerlendirmek amacıyla serebral oksimetre kullanımının önemi vurgulanmaktadır (Parnia vd., 2012).

Literatürde serebral oksimetre kullanımı ile ilgili ülkemizde yapılmış yeterli sayıda çalışma bulunmadığı, yapılan araştırmalarda ise sıklıkla hastane içi arrest olgularında rSO_2'nin incelendiği görülmüştür. Yurt dışında ise serebral oksijenasyon/perfüzyonun önemi ve serebral oksimetre kullanımı ile ilgili sınırlı sayıda veri olsa da hastane öncesi alanda yürütülen çalışmalara rastlanmıştır (Sknifvars ve Aneman, 2019; Taussky vd., 2012; Weatherall vd., 2012; Drennan vd., 2019). Hastane öncesi kardiyopulmoner resüsitasyon sırasında rSO_2'nin izlendiği ilk çalışmanın 2004 yılında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucuna göre serebral oksimetrenin hastane öncesi kardiyak arrest olgularında kullanımının uygun olacağı raporlanmıştır (Newman vd., 2004). Yapılan farklı bir çalışmada ise serebral oksimetrenin nabız oksimetre ve kapnometreden daha duyarlı bir belirteç olduğu bildirilmiştir (Sknifvars ve Aneman, 2019). Drennan ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada da hastane öncesi serebral oksimetre kullanımının beyin oksijenasyonunu optimize etmeye ve kardiyopulmoner resüsitasyonu iyileştirmeye katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır (Drennan vd., 2019). Benzer bir araştırma; hastane öncesi rSO_2 izlemenin yeni bir resüsitasyon stratejisine yol açabileceğini raporlamıştır. Araştırmada kardiyopulmoner resüsitasyon sırasında rSO_2'nin yükselmediği vakalarda spontan geri dönüşün mümkün olmadığı belirlenmiştir (Parnia vd., 2016). Aynı çalışma, sonuçların güvenirliğinin artırılabilmesi için daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu da bildirmiştir (Parnia vd., 2016).

Hastane öncesi ortam çoğu zaman kritik hastalığın çok daha erken fark edilmesi ve bakımın başlaması için fırsat sunmaktadır (Kartal Günen, 2023). Literatür, serebral oksimetrenin hastane öncesinde kullanımının hemodinamik değişiklerin erken dönemde belirlenmesine destek olacağını ve rSO_2'nin kardiyopulmoner resüsitasyon sırasında nöroprotektif tedavi stratejilerine rehberlik edebileceğini göstermektedir. Ayrıca rSO_2 monitörizasyonunun hastaneler arası nakillerde yararlı bir tamamlayıcı olabileceği ve hasta yönetimini olumlu yönde etkileyeceği de bildirilmektedir (Weatherall vd., 2012).

SONUÇ

Serebral desatürasyonun erken tespiti, önlenmesi ya da müdahale protokollerinin belirlenebilmesinde serebral oksijen satürasyonunun izlenmesi gerekmektedir. Hastane öncesi acil bakımın zorlukları ve kritik durumlarda karar verebilme becerisi göz önüne alındığında serebral oksimetre, nörolojik sonuçları tahmin etme, kardiyopulmoner resüsitasyon kalitesini değerlendirme ve prognozu belirlemede olumlu katkılar sağlayacaktır. Bu nedenle serebral oksimetrenin kardiyopulmoner resüsitasyon protokollerine entegre edilmesi ve ambulanslarda yerini alması gereken önemli cihazlardan biri olarak kabul edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ancak serebral oksimetrenin rutin olarak kullanılabilmesi için zorlu hastane öncesi ortamda yapılacak randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları

Çalışmanın tasarımı: HKG; literatür taraması: HKG, MG; makalenin yazımı: HKG, MG.

KAYNAKÇA

Badjatia, N, Carney, N, Crocco, TJ, et al. (2008). Guidelines for Prehospital Management of Traumatic Brain Injury. *Prehospital Emergency Care*, 12(1):1-52.

Barud, M, Dabrowski, W, Gieroba-Siwicka, D, Robba, C, Bielacz, M, Badenes, R. (2021). Usefulness of Cerebral Oximetry in TBI by NIRS**.** *Journal of Clinical Medicine*, 30;10(13):2938.

Calderon-Arnulphi, M, Alaraj, A, Slavin, K.V. (2009). Near Infrared Technology in Neuroscience: Past, Present and Future. *Neurological Research*, 31:605–614.

Çelik, EC, Çiftçi, B. (2018). Serebral Oksimetre ve Anestezi Altında Uygulama Alanları. *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 81(1): 33-36.

Denault, A, Deschamps, A, Murkin, J. (2008). A Proposed Algorithm for the Intraoperative Use of Cerebral Near-Infrared Spectroscopy. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 11(4):274-281.

Dias, C, Maia, I, Cerejo, A, Smielewski, P, Paiva, J.A, Czosnyka, M. (2016). Plateau Waves of Intracranial Pressure and Multimodal Brain Monitoring. *Acta Neurochirurgica Supplement*, 122:143–146.

Drennan, IR, Gilgan, J, Gancharenka, K, Lin, S. (2019). Use of Near-Infrared Spectroscopy by Paramedics During Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Feasibility Study. *Emerging Evidence*, 16(5):256-260.

Fellahi, J.L, Butin, G, Fischer, M.O, Zamparini, G, Gérard, J.L, Hanouz, JL. (2013). Dynamic Evaluation of Near-Infrared Peripheral Oximetry in Healthy Volunteers: A Comparison Between INVOS and EQUANOX. *Journal of Critical Care*, 28(5):881.

Genbrugge, C, Dens, J, Meex, I, et al. (2015). Regıonal Cerebral Oxımetry Durıng Cardıopulmonary Resuscıtatıon: Useful or Useless? *The Journal of Emergency Medicine*, 50(1):198-207.

Ghosh, A, Elwell, C, Smith, M. (2012). Review Article: Cerebral Near-Infrared Spectroscopy in Adults: A Work in Progress. *Anesthesia Analgesia*,115(6),1373-1383.

Guo, X, Dye, J. (2023). Modern Prehospital Screening Technology for Emergent Neurovascular Disorders. *Advanced Biology*, 7(10).

Kalkan, A, Ersunan, G, Bilir, Ö ve ark. (2014). Near Infrared Spectrophotometry (cerebral oximetry) in Predicting the Return of Spontaneous Circulation in out-of-Hospital Cardiac Arrest. *The American Journal of Emergency Medicine*, 32(1):14-17.

Kaya, C, Er, MC. (2018). Yakın Kızılötesi Spektroskopisi ile Ölçülen Rejyonel Serebral Oksijen Satürasyonu: Sistematik Bir Derleme. *Bozok Tıp Dergisi*, 8(1):125-30.

Kartal Günen, H. (2023). Hastane Öncesi Yaklaşımı Etkileyen Bir Parametre: Kapiller Laktat Ölçümü. *Hastane Öncesi Dergisi*, 8(2), 203-212.

Koyama, Y, Wada, T, Lohman BD, et al. (2013). A New Method to Detect Cerebral Blood Flow Waveform in Synchrony with Chest Compression by Near-Infrared Spectroscopy During CPR. *The American Journal of Emergency Medicine*, 31(10):1504-1508.

Newman, DH, Callaway, CW, Greenwald, IB, et al. (2004). Cerebral Oximetry in out-of-Hospital Cardiac Arrest: Standard CPR Rarely Provides Detectable Hemoglobin-Oxygen Saturation to the Frontal Cortex. *Resuscitation*, 63(2):189–194.

Parnia, S. (2017). Cerebral Oximetry Leading up to Cardiac Arrest: A Marker of the Impact of Mean Arterial Pressure on the Brain, But Not Time of Death. *Resuscitation*, 121,1-14.

Parnia, S, Nasir, A, Shah, C, Patel, R, Mani, A, Richman, P. (2012). A Feasibility Study Evaluating the Role of Cerebral Oximetry in Predicting Return of Spontaneous Circulation in Cardiac Arrest. *Resuscitation,* 83(8):982-985.

Parnia, S, Yang, J, Nguyen, R, Ahn, A, Zhu, J, Inigo-Santiago, L, et al. (2016). Cerebral Oximetry During Cardiac Arrest: A Multicenter Study of Neurologic Outcomes and Survival. *Critical Care Medicine*, 44:1663–1674.

Sknifvars, MB, Aneman, A. (2020). How Near is Near İnfrared Spectroscopy in Pre-Hospital Care? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 64(1):2-3.

Steppan, J, Hogue, CW, Jr. (2014). Cerebral and Tissue Oximetry. *Best Practice Research Clinical Anaesthesiology*, 28(4),429-439.

Stocchetti, N, Carbonara, M, Citerio, G, et al. (2017). Severe Traumatic Brain Injury: Targeted Management in the Intensive Care Unit. *Lancet Neurology*. 16:452-464.

Takegawa, R, Hayashida, K, Rolston, D, et al. (2020). Near-Infrared Spectroscopy Assessments of Regional Cerebral Oxygen Saturation for the Prediction of Clinical Outcomes in Patients With Cardiac Arrest: A Review of Clinical Impact, Evolution, and Future Directions. *Frontiers in Medicine*, 29(7). 587930.

Taussky, P, O'Neal, B, Daugherty, WP, et al. (2012). Validation of Frontal Near-İnfrared Spectroscopy as Noninvasive Bedside Monitoring for Regional Cerebral Blood Flow in Brain-Injured Patients. *Neurosurgical Focus*, 32(2): E2.

Weatherall, A, Skowno, J, Lansdown, A, Lupton, T, Garner, A. (2012). Feasibility of Cerebral Near-Infrared Spectroscopy Monitoring in the Pre-Hospital Environment. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 56:172–177.

Wik, L. (2016). Near-Infrared Spectroscopy During Cardiopulmonary Resuscitation and After Restoration of Spontaneous Circulation: A Valid Technology? *Current Opinion in Critical Care*, 22(3):191-198.

Zhong, W, Ji, Z, Sun, C. (2021). A Review of Monitoring Methods for Cerebral Blood Oxygen Saturation. *Healthcare*, 26;9(9):1104.