Diagnostik

Die diagnostische Aussagekraft der den arteriellen O_2-Status bestimmenden Größen muss gemäß Abb. Determinanten sehr unterschiedlich sein. Der pO_2 wird immer dann verändert sein, wenn eine eingeschränkte Lungenfunktion vorliegt oder der inspiratorische pO_2 verändert ist. Eine Abnahme der psO_2 wird praktisch immer dann auftreten, wenn der pO_2 abgenommen hat, allerdings, wegen der Form der O_2-Bindungskurve, nicht im gleichen Ausmaß. Eine Abnahme der sO_2 wird zusätzlich dann auftreten, wenn das O_2-Bindungsvermögen des Hb oder (selten) die O_2-Afinität des Hb abnimmt. Eine Änderung des cO_2 schließlich erfasst alle beschriebenen Veränderungen und darüber hinaus auch solche der Hb-Konzentration. Die diagnostische Aussagekraft nimmt also in der Reihenfolge pO_2, psO_2, sO_2 und cO_2 eindeutig zu, der cO_2 kann als Globalwert des O_2-Status bezeichnet werden, da er Veränderungen aller anderen Größen miterfasst [Mertzlufft, Zander 1991]. Die heute zur Verfügung stehenden Methoden sind nach den gewonnenen Messwerten in Tab. Messwerte und Geräte zusammengestellt.

Sauerstoff-Status: Messwerte und Geräte

(in vivo = kontinuierlich, unblutig; in vitro = diskontinuierlich, blutig)

Messwert	Methode	Prinzip	
pO_2 (mmHg)	Blutgasanalysator (BGA) (O_2-Elektrode)	Polarographie	in vitro
psO_2 (%)	Pulsoxymeter	Photometrie	in vivo
	Häm-Oxymeter	Photometrie	in vitro
	BGA	Berechnung	in vitro
sO_2 (%)	Häm-Oxymeter	Photometrie	in vitro
cO_2 (ml/dl)	Häm-Oxymeter	Berechnung	in vitro

Da ein Oxymeter zum Ziel hat, die prozentuale O_2-Sättigung des Hämoglobins zu messen, d. h. die Konzentration des oxygenierten Hämoglobins, wird es mit "y" geschrieben, abgeleitet aus molekularem Sauerstoff "oxygenium".

Nicht aufgenommen wurden in vivo-Geräte zur transkutanen Messung des O_2-Partialdrucks (O_2-Elektrode, Polarographie) sowie Oxymetrie-Katheter zur Messung der psO_2 bzw. sO_2. Erstere haben sich, wenn überhaupt, nur in der Neonatologie wegen der besonders günstigen Durchblutungsverhältnisse der Haut durchsetzen können und sind heute, insbesondere zur Prävention von Hyper- und Hypoxie, weitgehend vom Pulsoxymeter abgelöst worden. Da die Oxymetrie-Katheter noch nicht ausreichend validiert worden sind, haben sie bis heute keine weite klinische Verbreitung gefunden. Die Entwicklung der Medizintechnik auf diesem Sektor geht generell vom pO_2 weg in Richtung psO_2 bzw. sO_2 wegen der größeren diagnostischen Aussagekraft. Die Blutgas-Analyse liefert traditionell den Wert des arteriellen pO_2, dessen diagnostische

Aussagekraft sich lediglich auf die Lungenfunktion bezieht. Unter klinisch-praktischen Bedingungen hingegen wird heute als diagnostisches Kriterium meistens nicht mehr der pO_2 sondern die sO_2 bevorzugt, weil sie unabhängig von der Geschlechtszugehörigkeit nur einen Normalwert aufweist und zudem methodisch leichter zugänglich ist. Pulsoxymeter messen die arterielle, partielle O_2-Sättigung spektralphotometrisch, kontinuierlich, nichtinvasiv und in vivo am Finger. Da nur zwei Wellenlängen verwendet werden, kann nur die sogenannte psO_2 gemessen werden. Bei einem Raucher mit z. B. 10 % COHb zeigt dann ein Pulsoxymeter anstelle einer sO_2 von 88 % eine psO_2 von 98 % an. Somit ist der gewonnene Messwert psO_2 dem arteriellen pO_2 sehr ähnlich: Lungenfunktionsstörungen werden diagnostiziert, alle sonstigen Veränderungen wie das Vorliegen von Dyshämoglobinen (COHb, MetHb) oder eine Anämie werden nicht erfasst. Häm-Oxymeter sind Mehrwellenlängen-Oxymeter für die in vitro - Diagnostik aller Hb-Derivate (O_2Hb, HHb, COHb, MetHb) sowie zur Bestimmung der Gesamt-Hb-Konzentration. Da der Benutzer unverständlicherweise bei fast allen Geräten zwischen der Angabe der psO_2 und sO_2 wählen kann, zusätzlich bisweilen auf dem Ausdruck auch noch die aus der Blutgas-Analyse berechnete psO_2 erscheint, entsteht vor Ort leider häufig eine unnötige Konfusion. An dem bereits erwähnten Beispiel, Raucher mit 10 % COHb, soll dies verdeutlicht werden, wobei zusätzlich eine arterielle Hypoxie mit einem paO_2 von 50 mmHg angenommen wird: Die BGA liefert neben dem pO_2 von 50 mmHg einen berechneten psO_2-Wert von 85 %, gut vergleichbar mit dem des Pulsoxymeters und dem des Häm-Oxymeters, letzteres aber liefert zusätzlich eine sO_2 von 76,5 % mit der Angabe 10 % COHb. Nur diese letzten beiden Werte beschreiben eindeutig die klinische Situation des Patienten, dem mit einer Erhöhung der FIO_2 von 0,21 auf 0,30 kaum geholfen wäre, da dadurch nur die psO_2, nicht aber die sO_2 normalisiert werden könnte. Da die Hersteller darüber hinaus in vielen Fällen ihre eigenen Symbole verwenden, obwohl Vorschläge zu einer Vereinheitlichung gemacht wurden [Zander, Mertzlufft 1990], hat der behandelnde Arzt logischerweise häufig mit weiteren Verständnis-Schwierigkeiten zu kämpfen.

Arterielle, venöse oder gemischtvenöse Diagnostik?

Zur Beurteilung einer speziellen Organfunktion kann es sich anbieten, die Diagnostik der O_2-Versorgung auch auf die venöse Seite auszudehnen. Die venöse sO_2 oder der cO_2 mit der Möglichkeit, die $avDO_2$ zu ermitteln, erscheint attraktiv. Dies gilt insbesondere für diejenigen Organe, bei denen eine venöse Probennahme relativ leicht möglich ist, nämlich das Zentralnervensystem (Bulbus venae jugularis) oder die Leber (Vena hepatica). Leider aber werden die venösen Werte von zwei entscheidenden Größen mitbestimmt, nämlich dem speziellen O_2-Verbrauch des Gewebes und der Durchblutung. Kann man hingegen den O_2-Verbrauch als konstant annehmen oder die Durchblutung zusätzlich messen, ist eine derartige Diagnostik sinnvoll. Da dies aber meist nicht möglich ist, bleibt die venöse Diagnostik vorläufig dem Spezialisten

vorbehalten. Die gleiche Einschränkung gilt naturgemäß auch für das gemischtvenöse Blut, über einen Pulmonaliskatheter gewonnen, dessen Zusammensetzung vom Gesamt-O_2-Verbrauch und dem HZV bestimmt wird, dabei kann eine zentralvenöse Blutprobe das gemischtvenöse Blut nicht ersetzen. Versuche, den mittleren Gewebe-pO_2 des Muskels zu messen und als repräsentativ für den Gesamt-Organismus zu interpretieren, müssen als untauglich bezeichnet werden, da der Muskel geradezu als Beispiel dafür angesehen werden kann, dass eine Unterbrechung der O_2-Versorgung (z. B. Aortenclamping über 90 min) anstandslos überstanden wird.