

# 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  $O_2$ -Affinität 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.

<b>Sauerstoff-Status: Messwerte und Geräte</b>			
(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 ( $O_2$ Hb, 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, Mertzluft 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 Pulmonalkatheter gewonnen, dessen Zusammensetzung vom Gesamt-O<sub>2</sub>-Verbrauch und dem HZV bestimmt wird, dabei kann eine zentralvenöse Blutprobe das gemischtvenöse Blut nicht ersetzen. Versuche, den mittleren Gewebe-pO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>-Versorgung (z. B. Aortenclamping über 90 min) anstandslos überstanden wird.