

Anaesthesiology and Resuscitation
Anaesthesiologie und Wiederbelebung
Anaesthésiologie et Réanimation

53

Editors

Prof. Dr. R. Frey, Mainz · Dr. F. Kern, St. Gallen
Prof. Dr. O. Mayrhofer, Wien

Managing Editor: Priv.-Doz. Dr. M. Halmágyi, Mainz

Nomogramme zum Säure-Basen-Status des Blutes und zum Atemgastransport

Herausgegeben von

G. Thews

Mit 3 Abbildungen und 52 Nomogrammen



Springer-Verlag Berlin · Heidelberg · New York 1971

ISBN-13: 978-3-540-05388-0 e-ISBN-13: 978-3-642-46266-5
DOI: 10.1007/978-3-642-46266-5

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist. © by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1971. Library of Congress Catalog Card Number 70-152362.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Vorwort

Zwischen den verschiedenen Größen, die den Säure-Basen-Status und den Atemgastransport des Blutes charakterisieren, bestehen mannigfache Beziehungen. In einer großen Zahl theoretischer und experimenteller Untersuchungen konnten diese Zusammenhänge aufgeklärt und ihre physiologischen bzw. pathologischen Aspekte deutlich gemacht werden. Damit ergaben sich neue Ansatzpunkte für die klinische Diagnostik und Therapie. Es sei hier nur an die Analyse des Säure-Basen-Status bei Nieren- und Lungenfunktionsstörungen, bei metabolischen Acidosen und Alkalosen oder bei Säuglingstoxikosen erinnert. Postoperative und traumatische Störungen des Säure-Basen-Haushaltes verlangen gezielte therapeutische Maßnahmen. Die Bestimmung der Blutgasdaten spielt bei der Diagnostik sowohl von kardiopulmonalen Störungen als auch von Versorgungsstörungen einzelner Organe eine wesentliche Rolle.

Bei allen diesen Fragen ist eine Gesamtbeurteilung kaum auf Grund einzelner Meßdaten möglich, vielmehr kommt es auf die spezielle Kombination einer ganzen Reihe relevanter Parameter an. Aus diesem Grunde ergab sich die Notwendigkeit, die wechselseitigen Abhängigkeiten dieser Größen in geeigneter Weise so darzustellen, daß ohne zusätzliche Rechnung ein Gesamtüberblick möglich wird. Seit den berühmten Arbeiten von HENDERSON ist der Weg für die Lösung dieses Problems klar vorgezeichnet. Die mannigfachen Abhängigkeiten der charakteristischen Größen für den Säure-Basen-Status und den Atemgastransport lassen sich am zweckmäßigsten in Form von Cartesischen Nomogrammen und Leiternomogrammen darstellen.

In dem vorliegenden Band sind solche Nomogramme, die von verschiedenen Arbeitsgruppen des Physiologischen Institutes der Universität Mainz in den letzten Jahren aufgestellt wurden, zusammengefaßt. Es handelt sich teils um Ergebnisse, die bereits veröffentlicht wurden, teils um vollständige Neukonstruktionen. Uns schien es jedoch zweckmäßig zu sein, die in verschiedenen Zeitschriften publizierten und die neuen Nomogramme gemeinsam vorzulegen, um dem Interessierten den Überblick zu erleichtern. Aus diesem Grunde wurden auch die möglichst knapp gehaltenen Erläuterungen einheitlich gestaltet. Dabei haben wir bewußt auf theoretische Erörterungen verzichtet und verweisen für diese Fragen auf die zitierte Originalliteratur.

In die Sammlung der Nomogramme wurden die älteren Ergebnisse anderer Arbeitsgruppen nicht aufgenommen. Sie kann daher auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Bei der langjährigen Beschäftigung mit dieser Materie sind wir jedoch zu der Auffassung gelangt, daß die älteren Darstellungen in einer ganzen Reihe von Punk-

ten korrekturbedürftig sind. Teils konnten in der Zwischenzeit die theoretischen Berechnungsgrundlagen verfeinert werden, teils wurden die Methoden zur Messung der voneinander abhängigen Größen wesentlich verbessert. Alle hier vorgelegten Nomogramme sind auf Grund des gegenwärtigen Standes der theoretischen Kenntnisse und der experimentellen Technik konstruiert. Die Sammlung soll sowohl für theoretische als auch für praktische Zwecke als Arbeitsgrundlage dienen, die es ermöglicht, Zusammenhänge im Säure-Basen-Status und Atemgastransport des Blutes quantitativ auszuwerten.

Mainz, März 1971

G. THEWS

Inhaltsverzeichnis

I. Säure-Basen-Nomogramme für das menschliche Blut

(H. J. v. MENGDEN, D. SCHULTEHINRICHS und G. THEWS)

Nr. 1.	Nomogramm zur Ermittlung des vollständigen Säure-Basen-Status im Vollblut ([Hb]=15 g-%)	6
Nr. 1a.	Gebrauchsanweisung für die Säure-Basen-Nomogramme Nr. 1, 2 und 3	8
Nr. 1b.	Diagnostische Beurteilung einer Säure-Basen-Störung mit Hilfe der Säure-Basen-Nomogramme	10
Nr. 1c.	O ₂ -Bindungskurven-Nomogramm	12
Nr. 2.	Nomogramm zur Ermittlung des vollständigen Säure-Basen-Status im Vollblut ([Hb]=10 g-%)	14
Nr. 3.	Nomogramm zur Ermittlung des vollständigen Säure-Basen-Status im Vollblut ([Hb]=20 g-%)	16
Nr. 4.	Nomogramm zur Ermittlung der Therapiedosis bei einer Säure-Basen-Störung (Flüssigkeitsanteil = 30% des Körpergewichtes)	18
Nr. 4a.	Gebrauchsanweisung für die Therapie-Nomogramme Nr. 4, 5 und 6	20
Nr. 5.	Nomogramm zur Ermittlung der Therapiedosis einer Säure-Basen-Störung (Flüssigkeitsanteil = 20% des Körpergewichtes)	22
Nr. 6.	Nomogramm zur Ermittlung der Therapiedosis einer Säure-Basen-Störung (Flüssigkeitsanteil = 40% des Körpergewichtes)	24
Nr. 7.	Kombiniertes Diagnostik-Therapie-Nomogramm	26
Nr. 7a.	Gebrauchsanweisung für das Diagnostik-Therapie-Nomogramm Nr. 7	28
	Literatur	30

II. Nomogramme für den Säure-Basen-Status im Erythrocyten

(K. BRODDA und H. J. v. MENGDEN)

Nr. 8.	Nomogramm zur Ermittlung des intraerythrocytären Säure-Basen-Status	36
Nr. 8a.	Beschreibung und Gebrauch des Nomogramms Nr. 8	38
Nr. 9.	Nomogramm zur Ermittlung des vollständigen Säure-Basen-Status im Vollblut und im Erythrocyten	40
Nr. 9a.	Beschreibung und Gebrauch des Nomogramms Nr. 9	42
Nr. 9b.	Fortsetzung der Gebrauchsanweisung des Nomogramms Nr. 9	44
	Literatur	46

III. Atemgas-pH-Nomogramme für das normale menschliche Blut bei verschiedenen Temperaturen (J. GROTE)

Nr. 10, 11, 12 und 13.	O ₂ -Bindungskurven des Blutes in Abhängigkeit vom CO ₂ -Druck für die Temperaturen 28° C, 32° C, 37° C und 40° C	54
Nr. 14.	O ₂ -Bindungskurven des Blutes in Abhängigkeit von der Temperatur bei P _{CO₂} = 40 mmHg	60
Nr. 15, 16, 17 und 18.	P _{CO₂} -pH-Beziehungen in Abhängigkeit von der O ₂ -Sättigung des Blutes bei den Temperaturen 28° C, 32° C, 37° C und 40° C	62
Nr. 19, 20, 21 und 22.	Cartesianische Nomogramme für die wechselseitige Abhängigkeit von O ₂ -Druck, CO ₂ -Druck, O ₂ -Sättigung und pH im Blut bei den Temperaturen 28° C, 32° C, 37° C und 40° C	68
Nr. 23, 24, 25 und 26.	Leiternomogramme für die Atemgasgrößen und den pH-Wert des Blutes bei 28° C, 32° C, 37° C und 40° C	74
	Literatur	80

IV. Nomogramme für Funktionsgrößen des pulmonalen Gasaustausches (W. SCHMIDT, K. H. SCHNABEL und G. THEWS)

Nr. 27.	Cartesianisches Nomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O ₂ - und CO ₂ -Drucke unter Normoxiebedingungen	88
Nr. 28.	Cartesianisches Nomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O ₂ - und CO ₂ -Drucke unter Hypoxiebedingungen (P _{I_{O₂}} = 120 mmHg)	90
Nr. 29.	Cartesianisches Nomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O ₂ - und CO ₂ -Drucke unter Hypoxiebedingungen (P _{I_{O₂}} = 100 mmHg)	92
Nr. 30.	Cartesianisches Nomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O ₂ - und CO ₂ -Drucke unter Arbeitsbedingungen (25 Watt)	94
Nr. 31.	Leiternomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O ₂ - und CO ₂ -Drucke unter Normoxiebedingungen	96
Nr. 32.	Leiternomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O ₂ - und CO ₂ -Drucke unter Hypoxiebedingungen (P _{I_{O₂}} = 120 mmHg).	98

Nr. 33. Leiternomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O_2 - und CO_2 -Drucke unter Hypoxiebedingungen ($P_{iO_2} = 100$ mmHg)	100
Nr. 34. Leiternomogramm zur Bestimmung der alveolären und endcapillären O_2 - und CO_2 -Drucke unter Arbeitsbedingungen (25 Watt)	102
Nr. 35. Nomogramm zur Bestimmung der O_2 -Diffusionskapazität der Lunge	104
Literatur	106

V. Atemgas-pH-Nomogramme für das maternale und fetale Blut zum Zeitpunkt der Geburt (G. THEWS und H. R. VOGEL)

Nr. 36. O_2 -Bindungskurven in Abhängigkeit vom pH-Wert für das maternale Blut	112
Nr. 37. O_2 -Bindungskurven in Abhängigkeit vom pH-Wert für das fetale Blut	114
Nr. 38. P_{CO_2} -pH-Beziehungen in Abhängigkeit von der O_2 -Sättigung für das maternale Blut	116
Nr. 39. P_{CO_2} -pH-Beziehungen in Abhängigkeit von der O_2 -Sättigung für das fetale Blut	118
Nr. 40. Cartesianisches Nomogramm für die wechselseitige Abhängigkeit von O_2 -Druck, CO_2 -Druck, O_2 -Gehalt und CO_2 -Gehalt im maternalen Blut	120
Nr. 41. Cartesianisches Nomogramm für die wechselseitige Abhängigkeit von O_2 -Druck, CO_2 -Druck, O_2 -Gehalt und CO_2 -Gehalt im fetalen Blut	122
Nr. 42. Leiternomogramm für die Atemgasgrößen und den pH-Wert im maternalen Blut	124
Nr. 43. Leiternomogramm für die Atemgasgrößen und den pH-Wert im fetalen Blut	126
Nr. 44. Leiternomogramm für die Bestimmung des O_2 -Druckes und CO_2 -Druckes im fetalen endvillösen Mischblut in Abhängigkeit von den placentaren Austauschparametern	128
Literatur	130

Zusammenfassung	131
Summary	133

Verzeichnis der Autoren

BRODDA, K., Dipl. Phys., Physiologisches Institut der Universität Mainz

GROTE, J., Priv.-Doz. Dr. med. Dr. rer. nat., Physiologisches Institut der Universität Mainz

MENGDEN, H. J. v., Dr. med., II. Medizinische Klinik der Universität Mainz

SCHMIDT, W., Dr. med., Physiologisches Institut der Universität Mainz

SCHNABEL, K. H., Dr. med., II. Medizinische Klinik der Universität Mainz

SCHULTEHNRICHS, D., Dr. med., II. Medizinische Klinik der Universität Mainz

THEWS, G., Prof. Dr. med. Dr. rer. nat., Physiologisches Institut der Universität Mainz

VOGEL, H. R., Prof. Dr. med., Sportphysiologische Abteilung des Staatlichen Hochschulinstitutes für Leibeserziehung Mainz