

Der CO₂-Gehalt des Kapillarblutes und seine Bestimmung.

Von

F. Verzár und B. Vásárhelyi.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität in Debrecen.)

(Eingegangen am 29. Juli 1924.)

Mit 2 Abbildungen im Text.

Die CO₂-Bestimmung in arteriellen Blute hat dadurch besonderes Interesse, daß sie eine gewisse Schätzung der fixen Säuren in diesem gestattet. Aus diesem sowie dem CO₂-Gehalt der Alveolarluft läßt sich auch die H-Konzentration des Blutes bestimmen¹⁾. Von *Verzár* und *Keller*²⁾ wurde früher gezeigt, daß das Kapillarblut der Fingerbeere sehr stark mit O₂ gesättigt ist, ohne daß es ganz arteriellem Blute entsprechen würde. Das war ohnehin wahrscheinlich, denn die Haut ist sehr stark durchblutet und hat dabei sicherlich keinen wesentlichen Stoffwechsel. Ihre starke Blutdurchströmung hat mehr eine thermoregulatorische Rolle. Dieses Blut dürfte also wahrscheinlich nur wenig ausgenutzt sein und nur wenig vom arteriellen abweichen.

Wenn seine Zusammensetzung konstant genug ist, dann könnte es das arterielle Blut vertreten als Maß des O₂- bzw. CO₂-Gehaltes von diesem. Das wäre aber eine große Erleichterung, denn sie würde diese Bestimmung allgemein zugänglich machen können, was die Untersuchung des arteriellen Blutes sonst nicht ist, da sie nur mittels Arterienpunktion möglich ist, durch einen Eingriff, der für die allgemeine klinische Praxis kaum geeignet sein dürfte, wenn er auch gelegentlich mit Erfolg angewendet wurde.

Unser Bestreben ging deshalb dahin, eine Basis für diese Bestimmungen zu schaffen, erstens durch Feststellung der Normalwerte, und zweitens durch Ausarbeiten einer einfachen Methodik

¹⁾ Siehe z. B. *B. Barcroft* u. a., Proc. Roy. Soc., Ser. B, **211**, 366, 1923; Journ. of Physiol. **56**, 157, 1922.

²⁾ *Verzár* und *Keller*, diese Zeitschr. **141**, 21, 1923.

der Blutentnahme und der Analyse. Hier berichten wir 1. über die normalen CO_2 -Werte. Danach wird 2. die jetzt modifizierte Methodik beschrieben, die auch für die O_2 -Analyse des Kapillarblutes geeignet ist, insbesondere 3. eine Modifikation des Blutgasapparates, die ihn für klinische Arbeiten noch einfacher gestaltet.

*Lundsgaard*¹ — hat Bestimmungen im sogenannten »Cutanblut« der Fingerbeere gemacht. Es wurden 4 cm lange Schnitte in der Haut gemacht. Dadurch wird leicht eine kleinere Arterie oder Vene verletzt sein, deren Blutzusammensetzung dann die Zusammensetzung des »Cutanblutes« beeinflussen wird. Ferner sind solche langen Schnitte ungeeignet, um einen unbedeutenden täglichen Eingriff zu rechtfertigen.

Wir haben deshalb unsere Blutentnahme mit der *Franckeschen* Nadel gemacht. Der Einstich ist klein und gibt, in die Fingerspitze gemacht, konstante Werte, was am besten zeigt, daß nur Hautkapillaren getroffen werden.

Der CO_2 -Gehalt des Kapillarblutes.

Unsere Bestimmungen sind an 35 jungen Studenten gemacht in insgesamt 41 Fällen. Sie sind in Tabelle I zusammengestellt.

Die Werte liegen zwischen 40,8 bis 62,3 Proz. Die aus der Reihe fallenden hohen Werte um 60 Proz. fanden wir nur in drei Fällen, während fast alle anderen ganz nahe um 50 Proz. liegen. Der Mittelwert aller Bestimmungen ist 49,8 Vol.-Proz. Im Vergleich zum arteriellen Blute und zum Cutanblut nach *Lundsgaard* sind diese Werte nicht höher. *Lundsgaard*²) hat auch Blutgasbestimmungen im venösen Blute der *V. cubitalis* publiziert, die einen CO_2 -Gehalt zwischen 41,8 bis 57,6 Vol.-Proz., im Mittel 49,8 Vol.-Proz. CO_2 zeigen. Dieser ist zufällig genau derselbe wie im Kapillarblut. Im arteriellen Blute ist nach *Harrop*³) 44,6 bis 54,7 Proz., im venösen 48,3 bis 60,4 Proz. CO_2 vorhanden. Die Werte sind im Kapillarblut für ein und dieselbe Person ziemlich konstant. So gaben an zeitlich weit auseinander liegenden Tagen die Versuchsperson *G. G.* 50,33 und 46,82 Proz., *K. T. I.* 49,76 und 45,42 Proz., *P. B.* 51,67 und 50,22 Proz., *S. Z.* 47,87 und 48,72 Proz.

¹) *Lundsgaard*, Journ. exper. Med. **30**, 259, 271, 1919; nach Zentralbl. f. biochem. Biophysik **23**, 134.

²) *Ch. Lundsgaard* und *E. Möller*, Journ. of biol. Chem. **55**, 315, 1923.

³) *G. A. Harrop*, Zentralbl. f. biochem. Biophysik **23**; Journ. exper. Med. **30**, 241, 1919.

Die beiden höchsten und aus der Reihe herausfallenden Werte (9 und 11) sind bei diesen beiden Versuchspersonen konstant und wurden nach längerer Zeit wieder so gefunden. *S. F.* gab zuerst 62,2, später 58,0 Proz., *M. A.* 59,81 und 59,04 Vol.-Proz. CO₂. Bei diesen scheint also dieser hohe CO₂-Gehalt des Kapillarblutes konstitutionell zu sein. »Blaue Hände« hatten diese Personen nicht. Die eine hatte einen Catarrhus apicis und fieberte. Es würde sich lohnen, der Frage auf klinischem Gebiete syste-

Tabelle I. Normalwerte.

| Nr. | Versuchs- person | Alter Jahre | CO ₂ Vol.-Proz. | Anmerkungen |
|-----|---------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 | <i>K. T. I.</i> | 23 | 49,76 | Gesund |
| 2 | <i>K. T. I.</i> | 23 | 45,42 | |
| 3 | <i>S. Z.</i> | 20 | 47,87 | |
| 4 | <i>S. Z.</i> | 20 | 48,72 | |
| 5 | <i>P. B.</i> | 20 | 51,67 | |
| 6 | <i>P. B.</i> | 20 | 50,22 | |
| 7 | <i>G. G.</i> | 20 | 50,32 | |
| 8 | <i>G. G.</i> | 20 | 46,83 | |
| 9 | <i>S. F.</i> | 21 | 62,25 | |
| 10 | <i>S. F.</i> | 21 | 58,00 | |
| 11 | <i>M. A.</i> | 20 | 59,81 | Cat. apicis. Fieber |
| 12 | <i>M. A.</i> | 20 | 59,04 | |
| 13 | <i>M. Al.</i> | 21 | 50,87 | Gesund |
| 14 | <i>A. S.</i> | 22 | 48,32 | |
| 15 | <i>B. G.</i> | 23 | 50,91 | |
| 16 | <i>M. I.</i> | 20 | 46,61 | |
| 17 | <i>D. B.</i> | 20 | 48,94 | |
| 18 | <i>H. L.</i> | 22 | 46,22 | |
| 19 | <i>P. P.</i> | 20 | 47,59 | |
| 20 | <i>S. I.</i> | 22 | 47,58 | |
| 21 | <i>B. J.</i> | 21 | 48,94 | |
| 22 | <i>K. L.</i> | 21 | 48,46 | |
| 23 | <i>H. L.</i> | 21 | 49,85 | |
| 24 | <i>O. I.</i> | 23 | 48,99 | |
| 25 | <i>B. L.</i> | 20 | 51,25 | |
| 26 | <i>T. L.</i> | 20 | 53,08 | |
| 27 | <i>S. L.</i> | 20 | 51,25 | |
| 28 | <i>G. M.</i> | 21 | 50,18 | |
| 29 | <i>C. L.</i> | 22 | 46,35 | |
| 30 | <i>K. G.</i> | 22 | 41,97 | |
| 31 | <i>G. L.</i> | 20 | 57,24 | |
| 32 | <i>Sz. N.</i> | 20 | 50,03 | |
| 33 | <i>P. G.</i> | 20 | 54,92 | |
| 34 | <i>H. B.</i> | 22 | 49,49 | |
| 35 | <i>D. I.</i> | 21 | 40,81 | Hämoglobin aus der O--Kapazität |
| 36 | <i>M. E.</i> | 21 | 49,16 | |
| 37 | <i>S. P.</i> | 21 | 41,87 | |
| 38 | <i>L. T.</i> | 20 | 45,22 | |
| 39 | <i>K. Sz. M.</i> | 28 | 50,12 | |
| 40 | <i>B. F.</i> | 29 | 49,89 | |
| 41 | <i>D. A.</i> | 36 | 46,02 | |

90,0 Proz.
86,9 »
84,7 »
97,0 »
108,2 »
100,6 »
100,7 »

matisch nachzugehen, was die Ursachen solcher Unterschiede sind

Acht Versuchspersonen (Tabelle II) ließen wir Arbeit leisten, die darin bestand, daß die Person zwei Stockwerke hoch die Treppe hinauf- und hinunterlaufen mußte. Sogleich danach wurde das Kapillarblut untersucht. Dieses zeigt in allen Fällen eine Abnahme der CO_2 um 5,2 bis 35,5 Proz. Der niedrigste so gefundene Wert betrug 31,91 Vol.-Proz. (H. B.). Diese Abnahme des Blut- CO_2 ist bekannt.

Tabelle II. Arbeitsversuche.

| Nr. | Versuchsperson | CO_2 , Vol.-Proz | | Abnahme, Prozente des Ruhewertes |
|-----|----------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | | in der Ruhe | 2 bis 3 Min. nach Laufen | |
| 17b | S. F. | 58,00 | 46,14 | 20,4 |
| 21b | B. I. | 48,94 | 43,50 | 11,1 |
| 22b | K. L. | 48,46 | 39,42 | 18,7 |
| 26b | T. L. | 53,08 | 44,26 | 16,6 |
| 29b | C. L. | 46,35 | 43,93 | 5,2 |
| 30b | K. G. | 41,97 | 34,17 | 18,5 |
| 33b | P. G. | 54,92 | 47,42 | 13,7 |
| 34b | H. B. | 49,49 | 31,91 | 35,5 |

Der CO_2 -Gehalt des Kapillarblutes der Fingerbeere beträgt also im Durchschnitt und bei weitaus den meisten Personen 50 Vol.-Proz. Ausnahmsweise kommen Fälle bis 62 und 41 Vol.-Proz. vor. Unter und über diesem Werte sind keine Beobachtungen gemacht worden. Die klinische Verwertbarkeit dieser Befunde muß die Erfahrung zeigen. Es wäre besonders wichtig zu bestimmen, ob leichte Grade von Acidose schon Werte unterhalb 40 Proz. geben.

Die Bestimmung des CO_2 -Gehaltes hat besonders mit der Schwierigkeit zu kämpfen, daß das Blut aus der Fingerbeere ohne Gasverlust aufgefangen werden muß. Das geschieht nach der sogleich zu beschreibenden Methode. Die Bestimmung des Gasgehaltes kann dann mit dem *Barcroft*schen Differentialapparat ausgeführt werden (oder mit dem *van Slykes*chen oder *Haldane*schen Apparat). Wir haben am *Barcroft*apparat eine Modifikation gemacht, um rasches und leichtes Arbeiten zu ermöglichen.

Der Gasanalysenapparat.

Der Apparat, den wir zur Gasanalyse verwenden, ist ein modifizierter Differentialapparat von *Barcroft*. Das Arbeiten mit dem Differentialapparat ist genügend bekannt, so daß es nicht nötig ist, darauf näher einzugehen. Unsere Modifikation besteht darin, daß wir jede Berechnung überflüssig gemacht haben, so daß der Apparat sogleich ohne Umrechnung

absolute Werte gibt. Nach dem Prinzip des Kompensationsapparates gibt man bekanntlich in beide Gefäße genau die gleiche Flüssigkeitsmenge. Wird nun in einem Gas entwickelt oder Gas verbraucht, so entsteht im Manometer eine Druckdifferenz, aus welcher sich das Gasvolumen berechnen läßt. Zu dieser Berechnung braucht man nun einen »Faktor«. Dieser wird derzeit meist nach dem Prinzip von *Hoffmann* so gewonnen, daß man aus einer Pipette, die mit einem Niveauröhr verbunden ist, eine genau bestimmte Gasmenge in dasselbe Gefäß durch den oberen Hahn des Differentialapparates hineindrückt. Man bestimmt daran die Druckdifferenz, die durch die Volumenzunahme entsteht. Das Verhältnis der beiden Werte ist der »Faktor«, der zur Umrechnung benutzt wird. Dieser Wert ändert sich aber, wenn man andere Volumina benutzt, also wenn man mit verschiedenen Flüssigkeitsmengen oder verschiedenen Gefäßen arbeitet. Die Bestimmung des Faktors verlangt sehr genaues Arbeiten und beschränkt den Gebrauch des Apparates auf das Speziallaboratorium.

Unsere Modifikation besteht nun darin, daß wir die eine Seite des Kompensationsapparates mittels eines L⁻-gebohrten Vierwegehahns mit einer Pipette von 0,3 ccm verbunden haben, in welche aus einem mit ihr U-förmig verbundenen Rohr, das oben abgeschlossen ist, Öl hineingepreßt wird, bis die Niveaufdifferenz im Kompensationsmanometer wieder ausgeglichen ist. Es ist dasselbe Prinzip, nach dem wir die Kompensationsmanometer kalibrieren bzw. den Faktor zu bestimmen pflegen. (Nach ähnlichen Prinzipien ist auch der Apparat von *Thunberg*, *Winterstein* und von *Haldane* gebaut.)

Das Eintreiben des Öles aus der Pipette geschieht mit Hilfe der rechts angebrachten Schraube, die das Gummirohr zusammenpreßt. Mit der linken Schraube kann man — so wie das beim Arbeiten mit dem Kompensationsmanometer üblich ist — das Niveau des Öles im Differentialmanometer so einstellen, wie es am praktischen ist. Das Ablesen der drei Skalen geschieht mit Hilfe eines Spiegels. Die Pipette rechts ist unten und oben mittels Gummischlauch mit dem anderen Teil des Apparates verbunden und herausnehmbar. Sie muß genau kalibriert geliefert werden und hat ein Volumen von 0,3 ccm, und erlaubt eine Ablesung von 0,001 ccm. Man hat immer die Möglichkeit, die Pipette nachzukalibrieren. Die von uns benutzte hatte einen Faktor von 0,980.

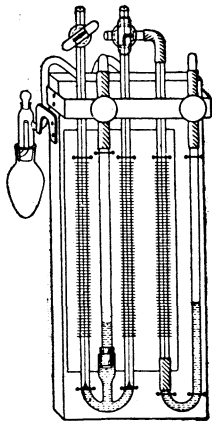


Abb. 1.

Prinzipiell wichtig ist bei diesem Apparat, ebenso wie es für den Differentialapparat von *Barcroft* überhaupt gilt, daß die beiden Aufnahmegefäße sehr präzise gleich gearbeitet sind und ein vollständig gleiches Volumen haben. Das ist Sache des Fabri-

1) *Wertheimer*, diese Zeitschr. 106, 1, 1920.

kanten. *Wertheimer*¹⁾ hat hierauf besonders aufmerksam gemacht und ergänzt die Volumendifferenz der Gefäße durch Einlegen von Ebonitstückchen. Wichtig ist ferner die präzise Konstruktion des Hahnes rechts. Als Füllungsflüssigkeit haben wir so wie *Barcroft* Nelkenöl benutzt.

Man arbeitet mit dem Apparat auf folgende Weise: Der rechte Hahn steht zuerst so \perp . In dieser Lage erlaubt er ein Einstellen des Pipettenniveaus bei Luftdruck, was vor jeder Analyse geschieht. Dann wird er \lrcorner so gedreht und nun das Differentialmanometer bei Luftdruck eingestellt, indem gleichzeitig auch der linke Hahn offen ist. Wenn nach 5 Minuten im Wasserbade ein Temperatúrausgleich eingetreten ist, so wird der linke Hahn zuge dreht und der rechte so \wedge gestellt, daß er in keiner Richtung geöffnet ist. Differentialmanometer und Pipette sind nun abgeschlossen. Dann werden alle drei Skalen abgelesen und die Analysen durch Schütteln bzw. Hinzulassen der nötigen Flüssigkeit — in bekannter Weise — gemacht. Nun gibt das Differentialmanometer eine Druckdifferenz an. Man dreht den Hahn nun so \sqsubset , daß Differentialmanometer und Pipette miteinander verbunden sind, und dreht dann an der rechten Schraube so lange, bis im Differentialmanometer keine Druckdifferenz (bzw., wenn eventuell am Anfang eine solche von 0,5 bis 1 mm war, wieder dieselbe) vorhanden ist. Nun wird an der Pipette das Gasvolumen direkt abgelesen.

Erwartet man eine *Gasbildung*, so ist das Ölniveau am Anfang des Versuchs auf den oberen Teil und umgekehrt, wenn *Gasverbrauch* erwartet wird, auf den unteren Teil der Skala einzustellen. Man kann mit diesem Apparat — wenn nötig — auch Gasvolumina bestimmen, die größer sind als der Pipettenskala entspricht. Das kann der Fall sein z. B. bei CO_2 -Bestimmungen, wenn man — was nicht erwünscht ist — eine größere Blutmenge genommen hat, als 300 cmm CO_2 entspricht. Nachdem man dann zuerst so viel Luft ausgetrieben hat, bis das Öl in der Pipette bis zum unteren Skalenrand reicht, stellt man den Hahn \perp so, hebt das Öl in der Pipette wieder bis zum oberen Skalenrand, stellt den Hahn wieder \sqsubset und treibt nun noch einmal Gas aus bzw. wiederholt das so oft, bis das Differentialmanometer keine Druckdifferenz zeigt.

Der Apparat ist ebenso montiert wie der Differentialapparat von *Barcroft* und ist kaum größer als dieser. Sein Vorteil ist, daß er keine Bestimmung eines Faktors und keine Berechnungen verlangt, sondern, daß er ein sofortiges direktes Ablesen des Gasvolumens erlaubt. Er macht uns deshalb auch unabhängig von der verwendeten Blut- und Reagenzienmenge. Bedingung ist nur, daß in das Kompensationsgefäß genau so viel Flüssigkeit (Wasser oder Reagenz) kommt, daß die Volumina auf beiden Seiten gleich sind. Ferner muß die zu untersuchende Substanz *immer* in das rechte Gefäß gebracht werden. Das linke dient nur zur Kompensation. Das Arbeiten mit diesem Apparat ist äußerst einfach und die Analyse dauert nur wenige Minuten und macht ihn deshalb besonders für klinisches Arbeiten geeignet. Seine Anwendbarkeit zu speziellen klinischen Aufgaben soll anderen Orts besprochen werden.

Wir haben das präzise Arbeiten des Apparates so kontrolliert, daß wir den Apparat zuerst als gewöhnliches Differentialmanometer benutzten, indem die Analyse bei geschlossenem Differentialmanometer ausgeführt wurde. Aus der Niveaudifferenz des Differentialmanometers und dem nach *Hoffmann-Münzer-Neumann* bestimmten Faktor wurde dann das Gasvolumen berechnet. Dann wurde der Hahn so gedreht, daß die Verbindung mit der Pipette hergestellt war, und nun das Volumen direkt bestimmt. Die Werte zeigen eine weitgehende Übereinstimmung.¹⁾

Als Beispiel für die Genauigkeit, mit welcher man arbeiten kann, dienen die folgenden drei Analysen aus dem Kapillarblut des Fingers:

Die Blutentnahme.

Die Entnahme des Kapillarblutes zur CO₂-Bestimmung geschieht mit der in Abb. 2 abgebildeten Trichterpipette. Diese wird zuerst bis oben mit Hg gefüllt. Dann kommt in den Trichter 2 ccm der von uns früher angegebenen NaOH-Saponincitratlösung²⁾ oder so viel als nötig befunden wird, genau mit Pipette abgemessen. Dann schichtet man darüber etwa 1 ccm Paraffinöl.



Abb. 2.

Der Finger wird mit Äther abgewaschen, mit einer Frankensadel die Fingerkuppe verletzt und sofort unter das Öl in die Lösung getaucht. Dabei soll der Arm abwärts hängen und nicht wagrecht gehalten werden. Man kann das Blut mit einem Glasstäbchen vorsichtig mit der Lösung vermischen, damit es gut hämolysiert und nicht sedimentiert. Man läßt im allgemeinen etwa 0,3 bis 0,6 ccm Blut zufließen. Öffnet dann zuerst den oberen Hahn und dann vorsichtig den unteren und läßt das Hg so lange abfließen, bis die ganze wässrige Lösung zwischen Hg- und Paraffinöl-Meniskus in die Skala fällt. Diese entspricht 4 ccm und ist in 0,05 ccm eingeteilt, läßt aber noch 0,01 ccm schätzen. Man bestimmt dann die Quantität der Flüssigkeit zwischen den beiden Menisken und zieht davon 2 ccm, entsprechend der hinzugesetzten Lösung, ab. Die Differenz gibt die Blutmenge, die aus dem Finger geflossen ist. Man läßt dann vorsichtig das Hg abfließen, bis die Blutlösung am Ende der Pipette erscheint. Dann nimmt man einen Rezipienten des Gasanalysenapparates, gibt in diesen 1 bis 2 ccm (genau gemessen) Saponinlösung und schichtet unter diese die Blutlösung indem man so lange zufließen läßt, bis das Paraffinöl an der Öffnung erscheint. Man weiß dann genau,

¹⁾ Ein Fehler des Apparates wird durch die Luftsäule vom [Hahn bis zum Ölniveau in der Pipette bedingt, wodurch das Volumen auf dieser Seite etwas größer ausfällt. Der Fehler wird durch Anwendung eines Kapillarrohres als Verbindungsstück auf ein Minimum reduziert.

²⁾ Siehe *Verzár* und *Gara*, Pflügers Arch. **183**, 255, 1920, sowie *Verzár* und *Keller*, l. c.

wieviel Flüssigkeit man in dem Rezipienten der einen Seite hat und muß auf die andere Seite dann genau soviel Wasser und Saponinlösung geben, damit der Apparat richtig nach dem Kompensationsprinzip funktioniert.

Die Bestimmung des CO_2 -Gehaltes.

Diese geschieht nach dem bekannten Prinzip, wie es mit dem *Barcroft*-Apparat angewendet wird. Das Blut muß zuerst mit Ferricyankalium in Methämoglobin umgewandelt werden. Dann läßt man Acid. tartaricum zufließen und bestimmt die Volumenzunahme. Gleichzeitig Ablesen von Barometer und Temperatur des Wasserbades und dann Umrechnen des erhaltenen Wertes auf 0^0 und 760 mm Hg mit Hilfe einer entsprechenden Tabelle ¹⁾.

Tabelle III.

| Nr. | Blutmengé | O_2 -Aufnahme | | Totale O_2 -Kapazität | | CO_2 -Gehalt | |
|-----|-----------|------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | Differential-apparat | Modifiziert. Apparat | Differential-apparat | Modifiziert. Apparat | Differential-apparat | Modifiziert. Apparat |
| 7 | 0,6 | 14,4 | 14,3 | 137,3 | 137,2 | 344,6 | 342,2 |
| 8 | 0,6 | 19,2 | 19,6 | 126,9 | 125,5 | 337,4 | 335,2 |
| 9 | 0,5 | 14,5 | 15,6 | 105,6 | 104,9 | 259,2 | 257,8 |

Anmerkung: Alle Werte in Kubikmillimeter, nicht reduziert.

Wir bemerken, daß es wichtig ist, die Saponin-Na O H-Lösung unter Luftabschluß zu halten, damit keine CO_2 gebunden wird, und daß die Lösungen mit ausgekochtem Wasser gemacht werden. Die Lösung enthält trotzdem immer etwas gebundene CO_2 . Das kann natürlich bei der Bestimmung der CO_2 im Blute sehr stören, wir haben deshalb entweder den CO_2 -Gehalt in besonderem Blindversuch bestimmt und in Abzug gebracht, oder wir brachten in das Kompensationsgefäß genau soviel Saponinlösung und fügten zu dieser ebensoviel Acid. tartaricum bei. Der CO_2 -Fehler war dann auf beiden Seiten vorhanden und kompensierte sich.

Zusammenfassung.

1. Der CO_2 -Gehalt des Kapillarblutes aus der Fingerbeere beträgt 50 Vol.-Proz. Ausnahmsweise kommen Werte von 40,8 bis 62,3 Proz. vor.

2. Nach Treppenlaufen sinkt der CO_2 -Gehalt sehr bedeutend bis um 35,5 Proz.

3. Es wird eine Modifikation des *Barcroft*schen Differentialapparates beschrieben, mit welchem ohne Faktorberechnung direkt absolute Werte zu erhalten sind.

4. Ferner wird die spezielle Methodik zum Auffangen und Analysieren des Kapillarblutes ohne Gasverlust beschrieben.

¹⁾ Siehe Klin. Wochenschr. 1924.

