Atlas der Kapillaroskopie

P. CARPENTIER – A. FRANCO
übersetzt und bearbeitet
von G. TRÜBESTEIN

Atlas der Kapillaroskopie

P. CARPENTIER – A. FRANCO
übersetzt und bearbeitet
von G. TRÜBESTEIN

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort von J.-F. Merlen 3

Einleitung 5

ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN 9

1 Geschichte 10

Entstehung der Kapillaroskopie 10
Kapillaroskopie in der Humanmedizin 10
Kapillaroskopie in der heutigen Zeit 10
Literatur-Hinweis 11

2 Kurzer Überblick über die Mikrozirkulation 12

Funktionelle Anatomie des mikrozirkulatorischen Systems 12
Kutane Mikrozirkulation 15
Rheologie 15
Literatur-Hinweis 15

3 Methodik der periungualen Kapillaroskopie 18

Prinzip 18
Material 18
Ratschläge für die Anschaffung eines Kapillaroskops 19
Der Patient 20
Durchführung der Untersuchung 22
Anfertigung von photographischen Aufnahmen 24
Ergänzende Techniken 24
Literatur-Hinweis 24

KAPILLAROSKOPISCHE SYMPTOME 27

1 Gesamtbild 28

2 Morphologie der Kapillarschlinge 29

Normale Haarnadelschlinge und ihre Dimensionen 29
Pathologische Sinusoidbildungen und Torquierungen 30
Kaliberschwankungen 31
Bild des „Fischschwarms“ 35
Megakapillaren 36
Verzweigte Kapillaren 37
Schießschartenförmige und knäuelförmige Kapillaren 39
Isolierte morphologische Anomalien beim Gesunden 40

3 Funktion der Kapillare 41

Kapilläre Vasolabilität 41
Färbung der Blutsäule 43
Homogenität der Blutströmung 44
Kapilläre Stase 46
Kapillarthrombose 46

4 Subpapilläre Venolen 48

Normale Venolen 48
Venolen bei Stase 52
Venolen bei Mikroangiopathie 52
Abnorm sichtbare Venolen 52

5 Subpapilläre Arteriole 53

6 Perikapilläres Gewebe 54

Hintergrund und seine Färbung 54
Lichthof 56
Schleier 56
Blutungen 57
Schweißtröpfchen 59
Literatur-Hinweis 59

KAPILLAROSKOPIE BEIM GESUNDEN KAPILLAROSKOPISCHE SYNDROME 61

1 Physiologische Reifung der Hautkapillaren 62

Das Neugeborene 62
Das Kind 63
Der Erwachsene 63
Der alte Mensch 64

2 Kapillaroskopische Syndrome 65

Funktionelle kapillaroskopische Sydrome 65
1 Hyperämie 65
2 Hypoämie 66
3 Venolokapilläre Stase 66
4 Neurovaskuläre Dystonie 67
Kapillaroskopische Dystrophie-Syndrome 68
1 Ektatische Kapillardystrophie 68
2 Mikrovaskulitis der Haut 69
Literatur-Hinweis 70

KAPILLAROSKOPISCHE PATHOLOGIE 73

1 Vaskuläre Akrosyndrome 74

Akrorighose 74
Akrozyanosen 74
Livedo 74
Raynaud-Phänomen 79
1 Idiopathisches Raynaud-Phänomen. Morbus Raynaud 80
2 Kältetest. Phasen des Raynaud-Phänomens 80
3 Diagnostischer Wert der Kapillaroskopie vor Manifestation eines Raynaud-Phänomens 82
Akrocholose und Erythromelalgie 83
Ulzerierend-mutilierende Akropathien 83
Palmarerythem 83
Neuralgische Dystrophien 85
Trommelschlegelfinger 86
Frostbeulen 87
Literatur-Hinweis 87

2 Iatrogene und toxische Erkrankungen 89

Vinylchlorid 89
Ergotismus 90
Synthetische Östrogene 91
Akrodynie 91
Amantidin 91
Röntgenstrahlen und andere ionisierende Strahlen 92
Literatur-Hinweis 92

3 Neurologische Störungen 93

Sekundäre vegetative Störungen 93
Neurotische Zustände 93
Literatur-Hinweis 94

4 Arteriopathien – Diabetes 95

Atherosklerose 95
Arteriosklerose 96
Diabetische Mikroangiopathie 96
Endarteriitis obliterans (von-Winiwarter-Bürger-Krankheit) 96
Ischämie der Haut 98
Stadien der Hautischämie 98
Cholesterinkristall-Embolie 98
Literatur-Hinweis 98

5 Chronische venöse Insuffizienz 101

Literatur-Hinweis 102

6 Bindegewebserkrankungen 103

Sklerodermie 103
1 Typisches Bild 104
2 Verlaufsstadien der Mikroangiopathie bei Sklerodermie 105
3 Formen der Sklerodermie 109
4 Erkrankungen mit sklerodermieartigen Symptomen 109
5 Wert der Kapillaroskopie bei der Frühdiagnose der Akrosklerose bei Sklerodermie 109
Dermatomyositis 109
Lupus erythematodes 110
Sharp-Syndrom 111
Periarteriitis nodosa 112
Rheumatoide Arthritis 113
Literatur-Hinweis 115

7 Erkrankungen der Haut 117

Vaskulitiden der Haut 117
Psoriasis 119
Multizentrische Retikulohistiozytose 120
Atopie 121
Literatur-Hinweis 121

8 Hämatologische Erkrankungen 122

Polycythaemia vera rubra 122
Anämien 123
Chronische Leukämien 123

Bibliographie 127

Atlas der Kapillaroskopie

P. CARPENTIER – A. FRANCO
übersetzt und bearbeitet
von G. TRÜBESTEIN

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

Professor Dr. G. Trübestein
Medizinische Poliklinik
der Universität Bonn
5300 Bonn 1

In unserem Zeitalter moderner, ausgefeilter und häufig blutiger Untersuchungsmethoden bleibt die Kapillaroskopie immer noch die einfachste, direkteste und aussagekräftigste Technik. Sie stellt bei richtiger und sorgfältiger Durchführung ein bemerkenswertes diagnostisches Hilfsmittel dar. Das vorliegende, von Patrick Carpentier und Alain Franco aus Grenoble in französisch verfaßte Werk ist hierfür der beste Beweis: es wurde rasch zum Standardwerk. Das Werk führt in die Kapillaroskopie ein und trägt zum Beherrschen dieser Methode bei. Es folgt dem Rat des Dänen Krogh (Nobelpreisträger der Medizin von 1920 und angeblich direkter Abkömmling von Dschingis Khan): »Um die Kapillare untersuchen zu können, muß man sie sehen!« Dies gelang im Jahre 1661 bereits dem Italiener Malpighi, der im Mesenterium des Frosches kleine Gefäße entdeckte, die »ebenso fein waren wie Haare«, und die – wie William Harvey vermutete – die Arterien mit den Venen verbinden. Man könnte einwenden: ›reine Tierexperimente‹. Die gleichen kleinen Gefäße wurden einige Jahre später jedoch auch von dem Holländer Boerhaave beobachtet, und Van Leuwenhoek schrieb in einem Brief vom August 1675, daß er seinen Gesundheitszustand anhand der Bewegungsgeschwindigkeit seiner eigenen roten Blutkörperchen in den Kapillaren beurteilen könne.

Um 1800 wurde die Kapillaroskopie zu einer gebräuchlichen Methode. 1818 wurde sie von Bichat empfohlen, der über das funktionelle Verhalten der Kapillarschlingen erstaunt war. Viele andere, bis hin zu Davis, Landau und Ivry, deren im Jahre 1966 erschienener Atlas schon seit langem vergriffen ist, folgten seiner Empfehlung.

Die Monographie von Carpentier und Franco füllt die von allen empfundene Lücke; dank dieser Monographie erhält die Kapillaroskopie neuen Aufschwung. Die Geschichte der Kapillaroskopie durchlief Höhen und Tiefen. Dieses Buch ist eine Premiere. Im Augenblick behandelt es nur die Nagelregion, eine auf andere Untersuchungsgebiete, wie z. B. Konjunktiva des Auges, Zunge, Wangen ... ausgedehnte Untersuchungen werden jedoch folgen.

Wir kennen die Autoren sehr gut. Alain Franco trafen wir zum ersten Mal in Florenz auf einem dieser Kongresse und internationalen Symposien, die er häufig besuchte und auf denen er auch begann, von sich reden zu machen. Seine These von 1974 wies auf die Zukunft hin: Sie brachte die Impedanz-Plethysmographie von Wien nach Grenoble, die sich – dank ihm – schnell verbreitete und als wichtige Methode erwies. Was bleibt noch über die vielen Arbeiten zu sagen, die er mit großem Erfolg durchführt?

Auch Patrick Carpentier, der aus dem Norden stammt und sich zufällig im Südwesten niedergelassen hat, kennen wir sehr gut, zumal er häufig unseren Beratungsdienst besucht hat, und zwar so häufig, daß wir ihn für einen der Besten halten. Carpentier besitzt den »Faden der Ariadne« und denkt nicht daran, dies abzustreiten: Er befürchtet nicht »den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr zu sehen«. Dieser Rat wurde übrigens von Davis und Landau gegeben.

Die Zukunft des Buches von Carpentier und Franco ist gesichert und wir danken dafür, daß wir die Gelegenheit hatten, dies vorauszusagen.

Jean F. Merlen
C.H.U. Saint-Philibert
Lomme – Lille

Die Kapillaroskopie ist eine einfache Methode, die die atraumatische Untersuchung der oberflächlichen Mikrozirkulation in vivo ermöglicht.

Die vorliegende Arbeit hat zwei Ziele: den gegenwärtigen Wissensstand über die periunguale Kapillaroskopie darzulegen und als Referenz für diejenigen, die sich in Zukunft mit der Kapillaroskopie befassen wollen, zu dienen.

Die Realisierung dieser Arbeit wurde durch vierjährige Erfahrung in der klinischen Kapillaroskopie und der Inneren Medizin und Angiologie bestimmt, sowie durch Anregungen und Ermutigungen unseres Lehrers Y. Mazaré, Professor der Medizinischen Klinik des Centre Hospitalier Universitaire in Grenoble gefördert, und von begeisterten sowie begeisternden Ratschlägen von J. F. Merlin aus Lille, unserem Lehrer in der klinischen Mikrozirkulation begleitet. Darüber hinaus kamen uns Kontakte mit französischen, kapillaroskopisch tätigen Kollegen – insbesondere mit M. Vayssairat – zugute. Obwohl es erforderlich war, diese erste Arbeit auf die Darstellung der Nagelfalz-Kapillaroskopie, die am häufigsten angewandt wird, zu beschränken, muß darauf hingewiesen werden, daß die Kapillaroskopie nicht auf den Nagel begrenzt ist, sondern ebenso an der Conjunctiva bulbi, der Zunge, den Lippen und sogar an der normalen Haut durchgeführt werden sollte, um dem Kliniker die Möglichkeit einer guten Abschätzung des Zustands der Mikrozirkulation des Patienten zu bieten. Alle Quellen, die in dieser Arbeit zitiert werden, sind in der Bibliographie zusammengefaßt, zusätzlich sind nach jedem Kapitel einige Literaturhinweise aufgeführt, die es ermöglichen, das behandelte Thema zu vertiefen.

Nach den allgemeinen Vorbemerkungen und der Methodik folgt ein Teil, der eine semiologische Analyse enthält, wobei die Reihenfolge der Beschreibungen dem Vorgehen bei der kapillaroskopischen Untersuchung entspricht – dieses Vorgehen wird durch das zweite Ziel unserer Arbeit begründet. Schließlich folgt im dritten Teil die Zuordnung der mikrozirkulatorischen Symptome zu Syndromen; das Erkennen dieser pathologischen Einheiten ist für die Diagnose nicht immer erforderlich, erleichtert jedoch die Interpretation. Der vierte Teil befaßt sich mit der Pathologie; die Legende jeder Abbildung stellt eine Zusammenfassung der kapillaroskopischen Untersuchung und nicht nur eine einfache Beschreibung der Photographie dar; dadurch werden dem Leser systematische Interpretationsmodelle angeboten.

Wir danken allen Kollegen und Freunden des C.H.U. in Grenoble, die uns ihre Patienten anvertraut haben, und insbesondere dem angiologischen Team, dem Dekan R. Sarrazin, den Professoren P. Amblard, R. Gautier und H. Guidicelli, den Doktoren J.-C. Beani, J.-G. Drevet und P. Pollak. Wir danken auch D. Lemonier und D. Salino für die Überarbeitung unseres Materials.

Patrick CARPENTIER
Interne des
Hôpitaux de Grenoble

Alain FRANCO
Chef de clinique médicale
Interne des Hôpitaux de Grenoble

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort von J.-F. Merlen 3

Einleitung 5

ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN 9

1 Geschichte 10

Entstehung der Kapillaroskopie 10
Kapillaroskopie in der Humanmedizin 10
Kapillaroskopie in der heutigen Zeit 10
Literatur-Hinweis 11

2 Kurzer Überblick über die Mikrozirkulation 12

Funktionelle Anatomie des mikrozirkulatorischen Systems 12
Kutane Mikrozirkulation 15
Rheologie 15
Literatur-Hinweis 15

3 Methodik der periungualen Kapillaroskopie 18

Prinzip 18
Material 18
Ratschläge für die Anschaffung eines Kapillaroskops 19
Der Patient 20
Durchführung der Untersuchung 22
Anfertigung von photographischen Aufnahmen 24
Ergänzende Techniken 24
Literatur-Hinweis 24

KAPILLAROSKOPISCHE SYMPTOME 27

1 Gesamtbild 28

2 Morphologie der Kapillarschlinge 29

Normale Haarnadelschlinge und ihre Dimensionen 29
Pathologische Sinusoidbildungen und Torquierungen 30
Kaliberschwankungen 31
Bild des „Fischschwarms“ 35
Megakapillaren 36
Verzweigte Kapillaren 37
Schießschartenförmige und knäuelförmige Kapillaren 39
Isolierte morphologische Anomalien beim Gesunden 40

3 Funktion der Kapillare 41

Kapilläre Vasolabilität 41
Färbung der Blutsäule 43
Homogenität der Blutströmung 44
Kapilläre Stase 46
Kapillarthrombose 46

4 Subpapilläre Venolen 48

Normale Venolen 48
Venolen bei Stase 52
Venolen bei Mikroangiopathie 52
Abnorm sichtbare Venolen 52

5 Subpapilläre Arteriole 53

6 Perikapilläres Gewebe 54

Hintergrund und seine Färbung 54
Lichthof 56
Schleier 56
Blutungen 57
Schweißtröpfchen 59
Literatur-Hinweis 59

KAPILLAROSKOPIE BEIM GESUNDEN KAPILLAROSKOPISCHE SYNDROME 61

1 Physiologische Reifung der Hautkapillaren 62

Das Neugeborene 62
Das Kind 63
Der Erwachsene 63
Der alte Mensch 64

2 Kapillaroskopische Syndrome 65

Funktionelle kapillaroskopische Sydrome 65
1 Hyperämie 65
2 Hypoämie 66
3 Venolokapilläre Stase 66
4 Neurovaskuläre Dystonie 67
Kapillaroskopische Dystrophie-Syndrome 68
1 Ektatische Kapillardystrophie 68
2 Mikrovaskulitis der Haut 69
Literatur-Hinweis 70

KAPILLAROSKOPISCHE PATHOLOGIE 73

1 Vaskuläre Akrosyndrome 74

Akrorighose 74
Akrozyanosen 74
Livedo 74
Raynaud-Phänomen 79
1 Idiopathisches Raynaud-Phänomen. Morbus Raynaud 80
2 Kältetest. Phasen des Raynaud-Phänomens 80
3 Diagnostischer Wert der Kapillaroskopie vor Manifestation eines Raynaud-Phänomens 82
Akrocholose und Erythromelalgie 83
Ulzerierend-mutilierende Akropathien 83
Palmarerythem 83
Neuralgische Dystrophien 85
Trommelschlegelfinger 86
Frostbeulen 87
Literatur-Hinweis 87

2 Iatrogene und toxische Erkrankungen 89

Vinylchlorid 89
Ergotismus 90
Synthetische Östrogene 91
Akrodynie 91
Amantidin 91
Röntgenstrahlen und andere ionisierende Strahlen 92
Literatur-Hinweis 92

3 Neurologische Störungen 93

Sekundäre vegetative Störungen 93
Neurotische Zustände 93
Literatur-Hinweis 94

4 Arteriopathien – Diabetes 95

Atherosklerose 95
Arteriosklerose 96
Diabetische Mikroangiopathie 96
Endarteriitis obliterans (von-Winiwarter-Bürger-Krankheit) 96
Ischämie der Haut 98
Stadien der Hautischämie 98
Cholesterinkristall-Embolie 98
Literatur-Hinweis 98

5 Chronische venöse Insuffizienz 101

Literatur-Hinweis 102

6 Bindegewebserkrankungen 103

Sklerodermie 103
1 Typisches Bild 104
2 Verlaufsstadien der Mikroangiopathie bei Sklerodermie 105
3 Formen der Sklerodermie 109
4 Erkrankungen mit sklerodermieartigen Symptomen 109
5 Wert der Kapillaroskopie bei der Frühdiagnose der Akrosklerose bei Sklerodermie 109
Dermatomyositis 109
Lupus erythematodes 110
Sharp-Syndrom 111
Periarteriitis nodosa 112
Rheumatoide Arthritis 113
Literatur-Hinweis 115

7 Erkrankungen der Haut 117

Vaskulitiden der Haut 117
Psoriasis 119
Multizentrische Retikulohistiozytose 120
Atopie 121
Literatur-Hinweis 121

8 Hämatologische Erkrankungen 122

Polycythaemia vera rubra 122
Anämien 123
Chronische Leukämien 123

Bibliographie 127

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN

1

GESCHICHTE

Entstehung der Kapillaroskopie.

Weniger als 50 Jahre nach der Entdeckung der Kapillaren beim Frosch durch Malpighi im Jahre 1661 war *Boerhaave* (1668–1738) wahrscheinlich der erste, der beim Menschen die Mikrozirkulation im Bereich der Conjunctiva bulbi in vivo untersuchte. Der große holländische Arzt, dessen physiologische Theorien um eine vorwiegend kapillare Struktur des menschlichen Körpers aufgebaut sind, beschrieb insbesondere die intravaskuläre Aggregation der Blutkörperchen (*Heisig* – 1965).

Im Jahre 1823 gelang es *Purkinje,* die Hauptkapillaren mittels einer Lupe zu betrachten. *Hueter* erfand 1874 die Kapillaroskopie der Unterlippe. Aber erst 1911 wandte der Amerikaner *Lombard,* der im Labor von *Von Frey* in Würzburg an der Erforschung von Untersuchungsmethoden des Kapillardrucks arbeitete, die Hauptkapillaroskopie zum ersten Mal am Menschen an. Er brachte Vaselineöl auf die Haut auf, das – wie Unna 1891 zeigte – die Epidermis lichtdurchlässig macht (*Callander* – 1925). *Lombard* bemerkte (1912) bei seinen mikroskopischen Untersuchungen auch die besondere Anordnung der Kapillaren im Nagelfalz. Es kann somit gesagt werden, daß er der erste war, der die periunguale Kapillaroskopie durchführte.

Kapillaroskopie in der Humanmedizin.

Einige Jahre später nahm *Eugen Weiss* (1916) in Tübingen auf Anregung von *Otfried Müller* die Methode von *Lombard* wieder auf und vervollständigte seine visuellen Beobachtungen durch Photographien. Von diesem Zeitpunkt bis zum Zweiten Weltkrieg erforschten die Mitarbeiter von *Müller* mit Hilfe der Kapillaroskopie geduldig alle Bereiche der Humanpathologie. Hier sind insbesondere die Namen *Weiss, Niekau, Parrisius* und *Heimberger* zu nennen. Die wesentlichen Befunde dieser Arbeiten sind in den folgenden Werken von *O. Müller* zusammengefaßt: »Die Kapillaren der menschlichen Körperoberfläche in gesunden und kranken Tagen« (1922), und »Die feinsten Blutgefäße des Menschen in gesunden und kranken Tagen«, zweite erweiterte Ausgabe, wobei die beiden großen Bände, die 1937 und 1939 erschienen sind, immer noch die wichtigste Standardliteratur über die Kapillaroskopie darstellen.

Andere Autoren, besonders in Deutschland, begeisterten sich für die Kapillaroskopie; hier muß vor allem *Jaensch* genannt werden, dessen morphogenetische Theorien großen Einfluß hatten, und der im Jahre 1929 das Werk »Die Hautkapillaroskopie« veröffentlichte; erwähnt werden muß auch *Jürgensen,* der eine Methode zur Untersuchung der Schweißsekretion erarbeitete.

Auch jenseits des Atlantiks wandten einige Autoren diese Methode an: *G. E. Brown* von der Mayo-Klinik in Rochester, der 1925 die Megakapillaren bei Sklerodermie beschrieb, *Freedlander, Callander* sowie *Crawford* und *Rosenberger,* die die ersten kinematographischen Aufnahmen anfertigten (1926).

Kapillaroskopie in der heutigen Zeit.

Nach dem Zweiten Weltkrieg kam vor allem der Aufschwung der konjunktivalen Angioskopie mit den Arbeiten von *Bloch,* später von *Harders, Heisig* und vor allem von *E. Davis* und *Landau,* die alle Formen der Angioskopie durchführten und 1966 ihren photographischen Atlas »Clinical capillary microscopy« veröffentlichten, der bis heute der vollständigste dieser Art ist.

Die Haut- und Nagelfalz-Kapillaroskopie wurde zu einem Forschungsinstrument in verschiedenen Fachbereichen: dermatologische Krankheiten *(Gilje, M. J. Davis, Illig),* Bindegewebserkrankungen und vasomotorische Störungen *(Merlen, Maricq),* Angiopathien der großen arteriellen und venösen

Gefäßstämme *(Fagrell)* und Kapillarphysiologie *(Intaglietta, Bollinger, Mahler)*.

Gegenwärtig wird in Frankreich die Kapillaroskopie durch den Einfluß unseres Lehrers, Dr. *Merlen*, zu einer klinischen Routineuntersuchung, die besonders bei der Diagnose vasomotorischer Störungen und beim Nachweis von Bindegewebserkrankungen hilfreich ist.

Otfried Müller 1873-1945

Literatur-Hinweis

DAVIS E., LANDAU J.
Clinical capillary microscopy.
Thomas Ed., 1966 (Springfield).

HEISIG N.
Untersuchungen über des mikrovaskuläre System bei degenerativen Gefässerkrankungen.
Arch. Kreislauf. 47, 95-137, 1965.

ILLIG L.
Die Entwicklung der Lebendbeobachtung der Mikrozirkulation.
Bibl. Anat. 1, 6-20, 1961, Karger Ed. (Bâle).

JAENSCH W.
Die Hautkapillarmikroskopie.
C. Marhold Ed., 1929, Halle.

LOMBARD W.P.
The blood pressure in the arterioles, capillaries and small veins of the human skin.
Amer. J. Physiol. 29, 335-362, 1912.

MÜLLER O.
Die feinsten Blutgefässe des Menschen in gesunden und kranken Tagen.
VII à IX, 11 à 26. Vol. I, 1937, F. Enke Ed. (Stuttgart).

MÜLLER O.
Die kapillaren der Menschlichen Körperoberfläche in gesunden und kranken Tagen.
F. Enke Ed., 1922 (Stuttgart).

WEISS E.
Beobachtung und mikrophotographische Darstellung der Hautkapillaren am lebenden Menschen.
Dtsch. Arch. Klin. Med. 129, 1-38, 1916.

2

KURZER ÜBERBLICK ÜBER DIE MIKROZIRKULATION

Ziel dieses Kapitels ist es, die Grundzüge der Anatomie und Physiologie der Mikrozirkulation kurz zu wiederholen, die für das Verständnis und die Interpretation der kapillaroskopischen Untersuchung erforderlich sind. Im Literaturverzeichnis sind weiterführende Werke angegeben, die dieses weite, sich noch in Entwicklung befindliche Gebiet vertiefen.

Die Mikrogefäße stehen sowohl beim gesunden Menschen als auch unter pathologischen Bedingungen mit den sie umgebenden Geweben in direkter funktioneller Verbindung; aufgrund dessen zieht *Merlen* (1978) den Begriff »Histoangiopathie« dem Begriff »Mikroangiopathie« vor. Andererseits wurde in den letzten Jahren die Bedeutung von Phänomenen, die auf veränderten Fließeigenschaften des Blutes beruhen, bewiesen. Dies spielt besonders bei der Mikrozirkulation, bei der die Rheologie ein funktioneller Faktor ersten Ranges ist, vor allem zum Erkennen vasomotorischer Störungen, eine große Rolle. Im folgenden werden daher nacheinander die funktionelle Anatomie des mikrozirkulatorischen Systems, seine Integration in das Hautorgan und einige rheologische Definitionen behandelt.

Funktionelle Anatomie des mikrozirkulatorischen Systems.

Das einfache, von *Malpighi* entwickelte Schema besteht aus einer zunehmenden Verzweigung der kleinen Arterien in Arteriolen und danach in passive Kapillaren sowie der Sammlung dieser Kapillaren in Venolen und anschließend in kleinen Venen. Die Wandstrukturen dieser verschiedenen Elemente sind in Abb. 1 aufgeführt:

Dieses System wurde um drei Elemente, die seine Reaktionsmöglichkeiten erhöhen, erweitert:

- Die *Metarteriole,* durch die etwa dreiviertel des

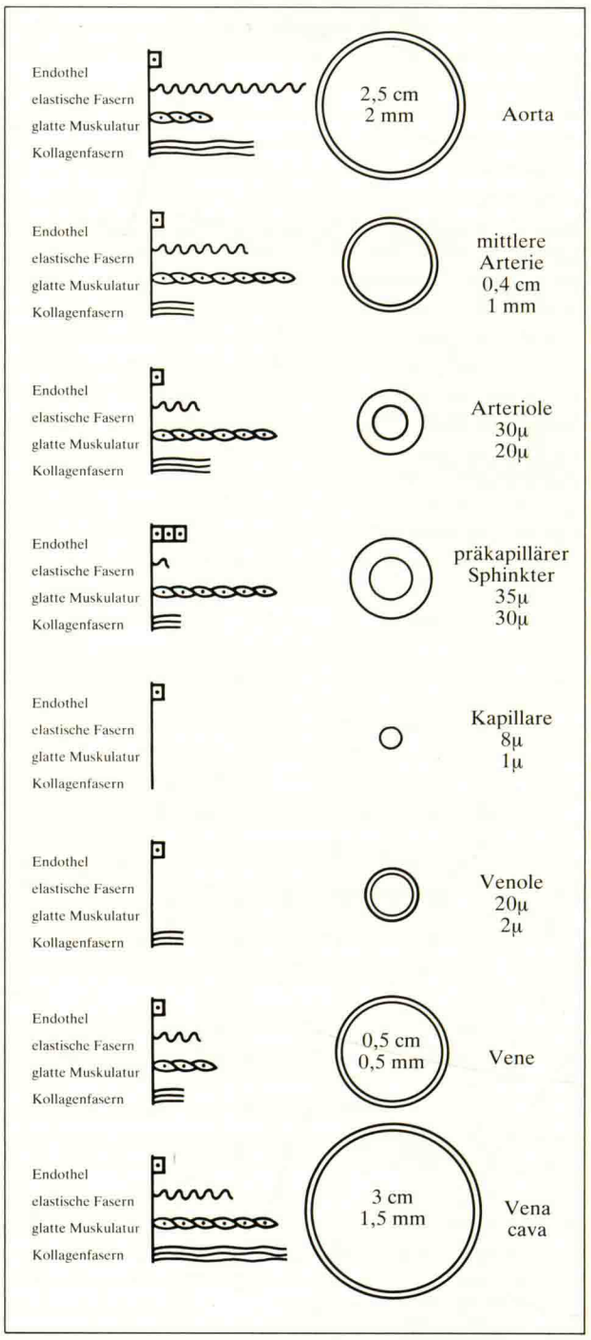


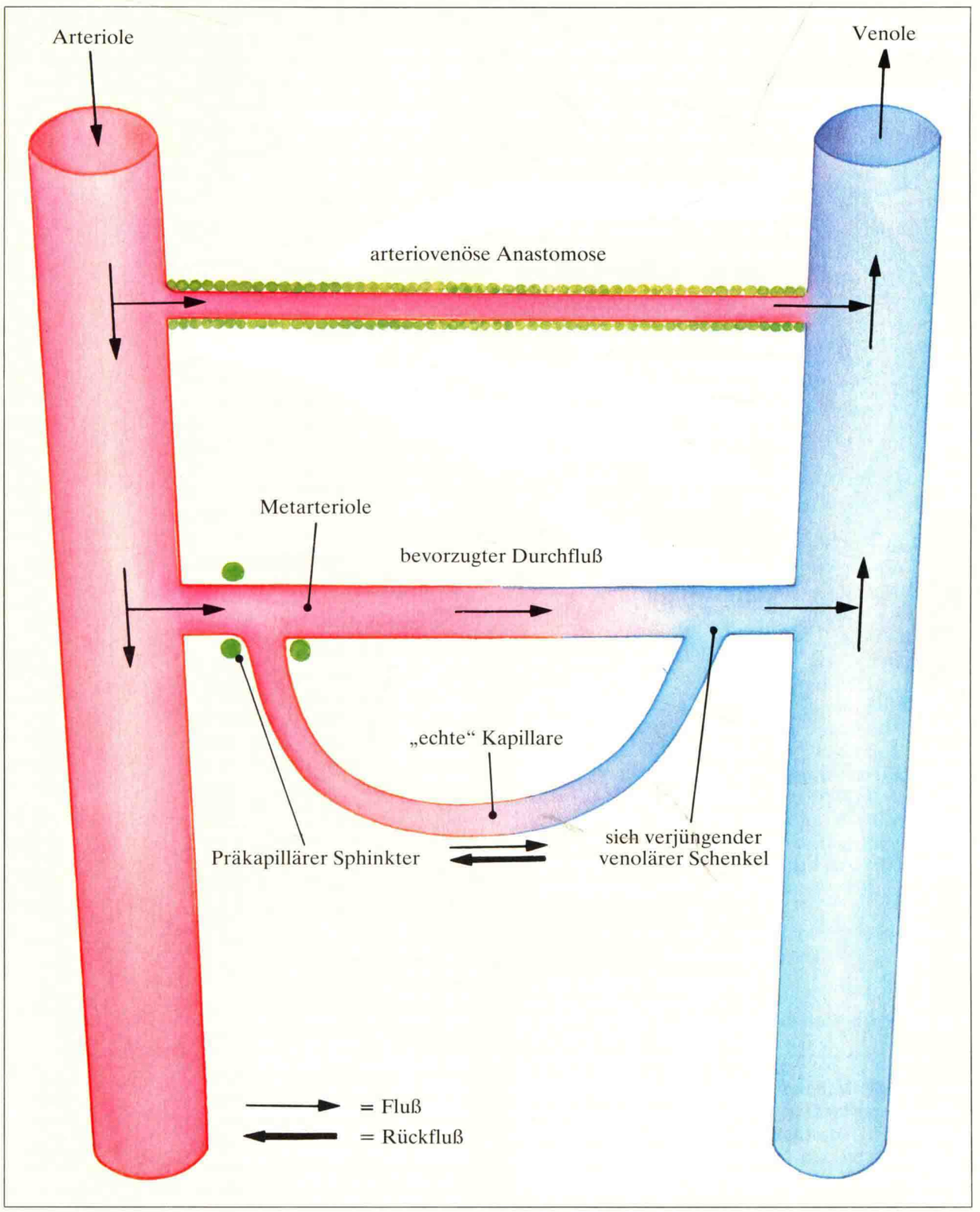
Abb. 1
Wandstruktur der Gefäße nach Burton (1968).

Blutes, das nicht für metabolische Austauschvorgänge benötigt wird, fließt, folgt auf die Arteriole und mündet in die Venole. Aus der Metarteriole entspringen die Kapillaren, deren Anfangsteil kontraktil ist (präkapillärer Sphinkter oder präkapilläre Arteriole nach *Zweifach* – 1980).

● Die *arteriovenösen Anastomosen* stellen andere Kurzschlüsse dar, die die Arteriole mit der Venole verbinden. Sie werden in drei Arten unterteilt: einfache, umleitende Kanäle, die manchmal mit einem Sphinkter ausgestattet sind (Typ I nach *Bucciante* und *Conti*), *intermediäre anastomosierende Segmente,* die die Regulationsvorrichtungen beinhalten (Gefäßkissen, Typ II) und schließlich die *Glomus-Anastomosen (Masson),* die nerval gesteuert werden.

● Das Maschennetz, in dem die Arteriolen einer-

Abb. 2
Schema des Aufbaus der „funktionellen Kapillareinheit" (nach Chambers und Zweifach).



此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com