

Mikrozirkulation Microcirculation

Von · By

M. Boutet · U. Fuchs · P. Gaehtgens · O.H. Gauer
F. Hammersen · D.L. Heene · I. Hüttner · K. Kirsch · J. Lang
H.G. Lasch · D.W. Lübbers · R.G. Mason · R. Poche · G. Rona
H. Schmid-Schönbein · D.E. Sharp

Redigiert von · Edited by

H. Meessen

With 256 Figures



Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1977.

Inhaltsverzeichnis — Contents

7

Angioarchitektonik der terminalen Strombahn. J. LANG. Mit 58 Abbildungen und 6 Tabellen	1
A. Angioarchitektonik, allgemein	1
I. Definition und Einleitung	1
II. Kapillaren, Bau und Funktion	2
III. Präterminale Strombahn, Bau	3
IV. Präkapilläre Sphinkteren, Bau und Vorkommen	4
V. Postterminale Strombahn, Bau	6
VI. Arteriovenöse Anastomosen	10
1. Echte arteriovenöse Anastomosen	11
2. Arteriovenöse Anastomosen ohne besonderen Wandbau	13
a) Leitersprossen	13
b) Direkte arteriovenöse Übergänge	13
c) Zentralkanäle (a.-v.-bridges, thoroughfare channels in Mesenterien)	13
d) Arteriovenöse Kurzschlüsse an anderen Geweben	15
B. Angioarchitektonik, spezielle	16
I. Definition und Einleitung	16
1. Netzkapillargebiete, zu- und ableitende Blutgefäße	17
2. Schlingenförmige und aufgeknäuelte Kapillargebiete	18
II. Netzkapillarsysteme	19
1. Flächenhaft entwickelte Kapillarnetze an planen Geweben	19
a) Mesothelduplikaturen, Kapillarnetze	19
b) Mesothelduplikaturen, Gefäßsonderformen	20
c) Flächenhaft entwickelte Kapillarnetze, Verschiebegewebe	23
d) Faszien, Organkapseln, Periostabschnitte, Perichondrium, Periorbita, Dura mater und andere Kapillargebiete	25
e) Subepitheliale Kapillarnetze, die vorwiegend Schleimhäute unterfüttern, Übergang zum räumlichen Kapillarnetz	28
f) Subepitheliale Kapillarnetze als Übergangsstadien	29
g) Blutgefäße des Ureters	31
h) Regio respiratoria	31
III. Netzkapillaren an kompliziert gestalteten Oberflächen	32
1. Villi intestinales, Blutgefäßsystem	33
2. Netzkapillarsystem um zapfen- und schlauchförmige, gerade und aufgeknäuelte Einstülpungen des Epithels	36
a) Kapillaren des Haarbalgs	36
b) Schweißdrüsen, Versorgung	37
c) Glandulae sudoriferae apocrinae	37
d) Glandulae sebaceae	38
3. Blutgefäße der Mamma	38

4. Blutgefäße der Speicheldrüsen	42
5. Lungenalveolen	44
6. Darmkrypten	44
7. Glandula thyroidea	45
8. Gallenblasenschleimhaut	46
IV. Räumliche Netzkapillarsysteme und Organkreisläufe	47
1. Gehirn	47
a) Durchblutung und arterielle Anastomosen	47
b) Hirnarterien	47
c) Gehirnkapillaren	48
d) Hirnvenen	48
e) Cerebrum, Angioarchitektur	49
f) Angioarchitektur des Großhirnmarks	50
g) Cerebellum, Angioarchitektur	54
h) Kapillardichte, allgemeine	57
i) Kapillardichte, Entwicklung	58
k) Kapillarweite und -länge und Volumenanteil	59
V. Rückenmark, terminale Strombahn	60
1. Zustrombahnen	60
2. Rückenmarkkapillaren, Bau	61
3. Abstrombahnen	62
4. Ein- und Austrittspforten der Rückenmarkgefäße	63
VI. Spinalganglien und Kopfganglien, Vaskularisation und Angioarchitektur	63
VII. Periphere Nerven, Vaskularisation und Angioarchitektur	63
VIII. Skelettmuskel – dreidimensional, „räumliche“ Kapillarnetze	66
1. Terminale Strombahn im Skelettmuskel, allgemein	66
2. Präterminale Anastomosen	68
3. Skelettmuskel, Kapillaren-Bau	69
4. Skelettmuskel, Kapillarakstände	70
5. Kapillaren, Angioarchitektur	71
6. Abstrombahn im Skelettmuskel	71
IX. Herzmuskulatur, Angioarchitektur	72
1. Versorgungstypen	72
2. Kapillarbett	74
3. Kapillardichte, Veränderung	75
4. Herzkapillaren, Entwicklung	76
X. Angioarchitektur der Leber	77
XI. Magen-Angioarchitektur	83
XII. Duodenum, terminale Strombahn	87
XIII. Schlingen- und knäuefförmige Kapillaren der Haut	90
1. Haut – terminale Strombahn	90
2. Kapillaraneurysmen	92
3. Nagelfalzkapillaren, Form	93
4. Hautkapillaren, regionale Unterschiede ihrer Anzahl	94
5. Schlingenskapillaren der Haut – Entwicklung und Alterung	99
6. Hautgefäße, arterielle Zustrombahnen	100
7. Arteriennetze	102
8. Schlingenskapillaren in anderen Organgebieten	105
XIV. Gefäßwand – terminale Strombahn	110
1. Arterienwand, Gefäßversorgung – Vasa vasorum	110
2. Venenwand – terminale Strombahn	112
Literatur	113

Bau und Funktion der Blutkapillaren. F. HAMMERSEN. Mit 25 Abbildungen und 1 Tabelle 135

A. Allgemeine Einleitung 135

 I. Historischer Überblick und Lichtmikroskopie der Blutkapillaren 135

1. Das Endothel	136
2. Die Basalmembran	139
3. Die Perizyten	139
B. Die Ultrastruktur der Blutkapillaren	141
I. Einleitung	141
II. Definition und Klassifikation der Blutkapillaren	141
III. Allgemeiner Feinbau der Blutkapillaren	149
1. Vorkommen und Funktion spezieller Zellstrukturen	149
a) Mikrotubuli und Filamente	149
b) WEIBEL-PALADE-Körperchen (WPK)	151
c) Stabile Oberflächendifferenzierung des Endothels	154
α) Tentakeln	154
β) Randwülste	156
γ) Mikrovilli	156
δ) Basale Endothelfüßchen	160
d) Mikropinozytotische Vesikel	164
α) Struktur, Verteilung und quantitative Angaben	164
β) Funktionelle Bedeutung im Rahmen normaler und gesteigerter Permeabilität („large pore system“)	168
e) Fenestrationen	176
α) Vorkommen, Verteilung, Struktur und quantitative Angaben	176
β) Funktionelle Bedeutung im Rahmen der Permeabilität („large and small (?) pore system“)	179
2. Die Interzellularfugen	181
a) Gestalt, interzellulärer Zement und endokapillarer Eiweißfilm	181
b) Interendotheliale Kontaktstrukturen und Passagewege („small pore system“)	183
3. Histochemie des Endothels	194
4. Die Basalmembran	195
a) Definition und Dimension sowie chemische und strukturelle Zusammensetzung	195
b) Funktionelle Bedeutungen (Barriere für den Stoffaustausch, Antigenität und mechanische Aufgaben)	199
5. Die Perizyten	203
a) Verteilung, Gestalt und Struktur	203
b) Funktionelle Bedeutung	206
Literatur	208

Hemodynamics of the Microcirculation. Physical Characteristics of Blood Flow in the Microvasculature. PETER GAETGENS. With 20 Figures	231
1. Introduction	231
2. Methodology: New Techniques for Quantitative Measurement of Hemodynamic Parameters in the Microcirculation	232
a) Intraluminal Pressure	232
b) Microvascular Diameter	234
c) Flow Velocity and/or Volume Flow in Microvessels	237
3. Morphometric Considerations	240
4. Distribution of Intraluminal Pressures Within the Microcirculation	246
a) Structural Factors in Pressure Dissipation	250
b) Effect of Changes in Systemic Pressure	251
c) Capillary Pressure	252
d) Pulsatile Pressures in Microvessels	254
5. Distribution of Flow Velocity and/or Volume Flow Within the Microcirculation	256
a) Pulsatility of Microvascular Blood Flow	259
b) Intermittency of Blood Flow in Capillaries	261
c) Velocity Profiles in Microvessels	264

6. Bolus Flow in Capillaries	266
7. Transit Times of Cells and Plasma Through the Microcirculation	268
8. Distribution of Hematocrit Within the Microcirculation	272
References	277

Microrheology of Erythrocytes and Thrombocytes Blood Viscosity and the Distribution of Blood Flow in the Microcirculation. H. SCHMID-SCHÖNBEIN. With 40 Figures and 7 Tables 289

Introduction	289
The Present State of Blood Rheology	289
Rheological Problems in the Microvasculature	292
Description of the Flow Conditions in vivo: Hydrodynamic Analysis of the Vascular Bed	295
Meaning and Measurement of the "Viscosity of Blood"	300
Blood Viscosity in vitro	301
Small Bore Tubes—The Fahraeus Effect	305
Analysis of Blood Microrheology: Observation, Photometry and Viscometry	309
Photometric Aggregometry	312
Factors Operational in Red Cell Aggregation	317
Shape and Deformation of Red Cells: The Concept of Conformational Instability	320
Disturbed Red Cell Deformability: Conformational Stability	330
"Blood Viscosity" in vivo	333
Blood Viscosity and Hemodynamics	334
Relative Rôle of Vasomotor and Viscosity Factors	336
Rheology of Intravascular Red Cell Aggregation and Dissociated Microvascular Perfusion: Stasis and Shunting	337
Rheology of Thrombocytes	347
Rheological Factors in Platelet Aggregation and Fibrin Formation — Methodological Aspects	355
Interaction of Flow Forces with Platelet Convection, Collision, Interaction, Disruption	363
Rheological Aspects of Hemostasis and Thrombosis	365
Effects of Platelets on Fibrin Polymerization	369
Summary:	
Mixed Thrombotic Processes: Interaction of Red Cell and Platelet Aggregation with Fibrin Formation	370
References	372

The Interstitial Tissue Pressure and Microcirculation. O.H. GAUER and K. KIRSCH. With 6 Figures 385

A. Introduction	385
B. Structural Aspects of the Interstitial Space	386
I. Biochemical Components of the Interstitial Space	386
II. Physical Characteristics of the Interstitial Tissue Structures	387
III. The Heterogeneous Structure of the Interstitial Space	389
C. Methods of Measuring the Interstitial Tissue Pressure	390
I. Needle Technique	390
II. Capsule Technique	391
III. Wick Technique	392
IV. Balloon Technique	393
V. Critique of the Methods	393
D. The Physiological Significance of Measuring the Interstitial Fluid Pressure	395
I. Results of Earlier and Recent Measurements	395
II. The Compliance of the Interstitial Space	399
III. The Interrelationship of Tissue Compliance and Body Fluid Control	402

E. Summary and Conclusions	403
References	404

Exchange Processes in the Microcirculatory Bed. D.W. LÜBBERS. With 14 Figures and 3 Tables 411

A. Fluid Movement through Membranes by Hydrostatic Forces	411
B. Movement of Substances through Membranes by Diffusion	413
I. Free Diffusion	413
II. The Diffusion Coefficient	417
III. Restricted Diffusion through Membranes	419
IV. Molecular Sieving by Restricted Diffusion and Filtration through Membranes	421
C. The Movement of Fluids through Membranes by Osmotic Forces	422
I. Ideal Semipermeable Membranes	422
II. Nonideal Semipermeable Membranes	422
D. The Movement of Fluids and Solutes through Membranes by Combined Hydrostatic and Osmotic Forces	423
E. Movement of Fluid through the Capillary Wall	426
I. Intraluminal Factors	429
II. Extraluminal Factors	431
III. Drainage by Lymphatic Vessels	432
IV. Filtration Coefficient of Water	433
F. The Movement of Solutes through the Capillary Wall	437
I. Measurements of Permeability of the Capillary Wall from Lymph-Plasma Concentration Ratio	438
II. Measurements of Permeability of the Capillary Wall by Osmotic Transients	440
III. Measurements of Capillary Permeability by Indicator Dilution Methods	442
IV. Measurement of Capillary Permeability by Measuring Tissue Clearance after Direct Application of Indicator to the Tissue	444
V. Regulation of Permeability and Discussion of the Results	445
G. Exchange of Gases	446
I. Inert Gases (Arterial Administration)	446
II. Inert Gases (Direct Application to the Tissue)	453
III. Oxygen and Carbon Dioxide Exchange with the Tissue	453
Summary	463
References	465

Morphologische Reaktionsmuster der terminalen Strombahn. U. FUCHS. Mit 14 Abbildungen und 6 Tabellen 477

1. Einleitung	477
2. Die gestörte Barrierewirkung der terminalen Strombahn	478
2.1. Die veränderte Gefäßwand	478
2.1.1. Lecks im Endothelverband	478
2.1.2. Transzelluläre Gefäßpermeabilität	490
2.1.3. Das subendotheliale Grundhäutchen (Basalmembran)	493
2.1.4. Perivaskuläre Barrieren	496
2.1.5. Die Bilanz der gestörten Permeabilität	499
2.2. Ablagerung von Bestandteilen des Blutplasmas	502
2.2.1. Arteriolsklerose	502
2.2.2. Ablagerungen (Deposits)	505
2.2.3. Ödeme	516
2.2.4. Lipide, Gallenfarbstoffe, Silber, Kalk	517
2.2.5. Amyloid	519
2.3. Passage von Blutzellen	522
2.3.1. Erythrozyten	522
2.3.2. Leukozyten, Monozyten, Lymphozyten	524

2.3.3. Thrombozyten	527
2.3.4. Bakterien, Pilze, Tumorzellen	527
3. Veränderter Stoffwechsel der Gefäßwand	528
3.1. Veränderte Zellen	528
3.1.1. Hyperplasie, Hypertrophie, Zellschwellung	528
3.1.2. „Virusartige“ Zelleinschlüsse und Kernkörper	535
3.1.3. Abgelagerte Stoffwechselprodukte	537
3.1.4. „Metaplasie“ der Zellen	538
3.1.5. Zellverlust und -schädigung	538
3.2. Entstehung, Verlängerung und Rückbildung von Kapillären	543
3.3. Die Pathologie der Basalmembran und der Mesangiumsubstanz	547
3.3.1. Die Basalmembran	547
3.3.1.1. Verdickung der Basalmembran	548
3.3.1.2. Strukturveränderung	555
3.3.1.3. Mangelhaft ausgebildete oder defekte Basalmembran	558
3.3.2. Die Mesangiumsubstanz	559
3.3.2.1. Vermehrung der Mesangiumsubstanz	559
3.3.2.2. Strukturänderung der Matrix	562
3.3.3. Kollagen	562
4. Veränderter Gefäßinhalt	563
4.1. Fettembolie	563
4.2. Eiweißpräzipitate	563
4.3. Zellaaggregate	564
4.4. Intravasale Koagulation	564
4.5. Intravasale Zelltrümmer, Lumeneinengung	565
5. Schlußbetrachtungen	566
Literatur	567

Die allgemeine submikroskopische Pathologie der Endothelzellen und ihre Bedeutung für die Mikrozirkulation. REINHARD POCHÉ. Mit 25 Abbildungen 633

A. Einleitung	633
B. Bemerkungen zur Ultrastruktur der Blutkapillaren	634
C. Allgemeine submikroskopische Pathologie des Kapillarendothels	635
I. Vorbemerkung	635
II. Der Zellkern	635
III. Die Zellmembran	636
IV. Das Zytoplasma	641
V. Die Zellgrenzen	645
VI. Die Basalmembran	647
VII. Veränderungen der Endothelzellen als Ganzes	649
1. Die osmiophile Verdichtung	649
2. Die Hypertrophie	649
3. Das Zellödem und die Schwellung	652
4. Die Nekrose	657
D. Die Bedeutung der submikroskopischen Pathologie der Kapillarendothelien für die Mikrozirkulation der Organe	659
I. Herzmuskel	659
1. Ischämie und Herzinfarkt	659
2. Hypoxidosen	663
a) Vorbemerkung	663
b) Atmosphärischer Unterdruck	663
c) Hypoxie	666
d) Anoxie	667
e) Aderlaß-Oligämie	667
f) Abfall des koronaren Perfusionsdruckes	668
g) Druck- und Volumenüberlastung des Herzens	668

h) Emotionaler Streß	671
i) Kortikosteroide	671
k) Katecholamine	672
l) Medikamentöse Einflüsse	672
m) Stoffwechseleinflüsse	673
3. Vergiftungen	673
a) Vorbemerkung	673
b) Kohlenmonoxyd	673
c) Kohlendioxyd	674
d) Oxydationshemmende Gifte	674
e) Kontraktionshemmende Substanzen	676
f) Antifibrillatorische Substanzen	676
g) Sonstige Gifte	676
4. Bestrahlungsfolgen	678
5. Infektiöse Einflüsse und Entzündungen	681
II. Skelettmuskel	683
1. Ischämie	683
2. Blutstauung, Stauungsödem	683
3. Toxisches Ödem	685
4. Anaphylaktoides Ödem	685
5. Bestrahlungsfolgen	685
6. Kälteeinwirkung	686
III. Nervensystem	686
1. Vorbemerkung	686
2. Hirnödem	687
3. Hypoxie und Anoxie	688
4. Ischämie	688
5. Bluthochdruck	690
6. Bestrahlungsfolgen	691
a) Direkte Strahlenschäden	691
b) Akzessorische Schäden durch Kontrastmittel	692
7. Traumatische Veränderungen	693
IV. Lungen	693
1. Vorbemerkung	693
2. Hyperventilation, Emphysem, Lungenkollaps	694
3. Hyperoxie	695
a) Normobare Hyperoxie	695
b) Hyperbare Hyperoxie	696
c) Ozon	696
4. Atemnotsyndrom	697
5. Atmosphärischer Unterdruck	697
6. Hypoxie	697
7. Hämorrhagischer Schock, Histaminschock	698
8. Blutstauung	698
9. Ödem	699
10. Stoffwechseleinflüsse	700
11. Vergiftungen	700
a) Paraquat	700
b) Kohlenmonoxyd	701
c) Kohlendioxyd	702
d) Monocrotalin	702
e) Bleomycin	703
12. Fettembolie	703
13. Immunologische Reaktionen	704
14. Idiopathische Lungenhämosiderose	705

15. Direkte Wassereinwirkung auf die Lungen	705
16. Bestrahlungsfolgen	705
17. Infektiöse Einflüsse	706
V. Nieren	707
1. Vorbemerkung	707
2. Ischämie	708
3. Venöse Blutstauung	709
4. Schock	709
5. Kortikosteroide	711
6. Vergiftungen	711
a) Sublimat	711
b) Schlangengift	711
c) Bromäthylaminhydrobromid	712
7. Bestrahlungsfolgen	712
8. Glomeruläre Nephropathien	713
E. Mikrozirkulation und Organpathologie	714
F. Summary and Conclusions	723
Literatur	729

Capillary Platelet and Fibrin Thrombosis. D.E. SHARP and REGINALD G. MASON. With 12 Figures	751
A. Introduction	751
I. Pathophysiologic Responses of the Microcirculation	751
1. Response to Injury	751
2. Microcirculation versus Macrocirculation	752
3. Response and the Strength of Injurious Stimuli	753
II. Response to Degenerative Diseases	754
III. Species Differences in Responses	754
B. Methods of Studying Thrombosis-in Vivo	755
I. Methods for Experimental Observation in Animals	755
1. Quartz Rod Methods	755
2. Exteriorization of Viscera	756
3. Transparent Chambers	756
4. Superficial Tissues	757
II. Methods for Clinical Investigation in Humans	757
C. Experimental Microcirculatory Thrombogenesis in Animals	757
I. Systemic Processes	758
1. Infusion of Thrombin and Tissue Extracts	758
2. Infusion of Other Enzymes	759
3. Infusion of Adenosine Diphosphate	759
4. Infusion by Collagen	759
5. Infusion of Fatty Acids and Other Acids	760
6. Infusion of Incompatible Blood	760
7. Infusion of Antigen-Antibody Complexes	760
8. Infusion of Bacteria and Toxins	762
9. Infusion of Viruses	767
10. Infusion of Rickettsia	767
11. Anaphylaxis	767
12. Shock	768
13. Decompression Sickness and Air Infusion	768
II. Local Alterations	770
1. Local Application of Injurious Agents	771
a) Trauma	771
b) Thrombin and Adenosine Diphosphate	771
2. Other Means of Inducing Thrombi	771

3. Arthus Reaction	771
4. Local Schwartzman Reaction	773
5. Tissue Transplant Rejection	774
D. Microcirculatory Thrombosis in Human Disease	774
I. Endothelial Cell Alterations	775
1. Effects of Bacteria, Rickettsia, and Viruses	775
2. Effect of Hyperthermia	776
II. Blood Cell Alterations	777
1. Platelet Alteration	777
2. Leukocyte Alteration	777
3. Erythrocyte Alteration	777
III. Abnormal and Altered Plasma Factors	778
IV. Disordered Blood Flow	778
V. Iatrogenic and Unknown Factors	779
VI. Transplant Rejection	779
E. Comment	780
Addendum	780
References	781

Microcirculatory Changes in Myocardium with Particular Reference to Catecholamine-induced Cardiac Muscle Cell Injury. GEORGE RONA, ISTVÁN HÜTTNER and MICHEL BOUTET. With 29 Figures	791
Objectives	791
A. General Review	791
I. Functional Anatomy of Coronary Microcirculation and Myocardium	791
1. Myocardial Blood Supply	792
2. Structural Aspects of Coronary Microcirculation	792
3. Exchange of Substances across Coronary Capillaries	793
a) Fine Structural Correlates of Endothelial Permeability	795
b) Studies with Fine Structural Protein Tracers	796
α) Junctional Passage	796
β) Vesicular Transport	798
c) Regional Differences in Endothelial Permeability	799
4. The Regulation of Coronary Microcirculation	800
a) Systemic Regulation	800
b) Local Factors Regulating Coronary Microcirculation	801
α) Regional Differences in Coronary Microcirculation and Myocardial Perfusion	801
β) Increased Vulnerability of the Subendocardial Layer	801
γ) Autoregulation	802
5. Methods for Measuring Coronary Blood Flow	803
6. The Functional Anatomy of Cardiac Muscle Cell	804
7. Myocardial Interstitium	807
II. The Cardiovascular Effect of Catecholamines	810
1. The Role of Catecholamines in Cardiac Physiology	811
2. Human Cardiac Pathophysiology with Altered Catecholamine Homeostasis	813
3. Catecholamine-induced Myocardial Alterations	815
4. Forms of Ischemic (Hypoxic) Myocardial Lesions	817
B. Experimental Studies on Catecholamine-induced Cardiac Muscle Cell Injury	818
Introduction	818
Fine Structural Morphology of the Catecholamine-induced Cardiac Muscle Cell Injury	819
Materials and Methods	825
Results	828

1. Morphologic Functional Correlative Studies on the Coronary Microcirculation	828
a) Systemic Arterial Blood Pressure	828
b) Passage of Fine Structural Protein Tracers Through Coronary Microvasculature	830
2. Permeability Alteration of Cardiac Muscle Cell Membranes	839
Discussion	848
General Summary	855
Acknowledgement	857
References	857
 Klinische Aspekte der Mikrozirkulationsstörungen unter besonderer Berücksichtigung des Schocks. D.L. HEENE und H.G. LASCH. Mit 13 Abbildungen und 7 Tabellen	
A. Einleitung	889
B. Allgemeine Pathologie der Mikrozirkulationsstörung	891
C. Pathophysiologie der Mikrozirkulationsstörung	892
I. Das Syndrom der akuten Mikrozirkulationsstörung: Pathophysiologie und Klinik des Schocks	894
1. Definition und Einteilung	894
2. Die Störungen der Hämodynamik und ihrer Folgen	896
3. Die gestörte Mikrozirkulation im Schock	897
a) Die schockspezifische Vasomotion	898
b) Metabolische Folgen der verminderten O ₂ -Zufuhr	900
c) Die Änderung des Fließverhaltens des Blutes	905
d) Diffuse intravaskuläre Gerinnung, Verbrauchskoagulopathie und sekundäre Fibrinolysesteigerung	910
II. Schockspezifische Organveränderungen	921
1. Myocardiale Leistung und Coronarzirkulation	921
2. Lungenveränderung als Schockfolge	932
3. Änderung der Nierenfunktion im Schock und Schockniere	946
4. Die splanchnische Zirkulation und Perfusionsstörung der Leber (Schockleber)	955
5. Das reticulo-endotheliale System	962
D. Schlußbetrachtung	969
Literatur	975
Namenverzeichnis – Author Index	997
Sachverzeichnis – Subject Index	1117