

Notfallradiologie

... den Nachtdienst
überleben ...

Martin Heller
Eva-Maria Sattler

Mit Beiträgen von

Jan Borggreffe
Michael Fabel
Naomi Knöß
Ramona Peters
Dirk Sehr
Christine Stöhring
Jens Trentmann
Ilona Wiegels

340 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2011 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Deutschland
Telefon: +49/(0)711/8931-0
Unsere Homepage: www.thieme.de

Zeichnungen: Angelika Brauner, Hohenpeißenberg
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Redaktion: Claudia Franke, RossaMedia GmbH, Erding
Satz: primustype Hurler GmbH, Notzingen
gesetzt in UltraXML
Druck: LEGO S.p.A. Vicenza, Italien

ISBN 978-3-13-150021-2
Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-166941-4

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

1 2 3 4 5 6

... auf ein Wort ...

Notfall! Radiologie!

Spätestens seit „Emergency room“ ist er bekannt: der Doktor, der höchstpräzise diagnostiziert und therapiert und damit jegliche Art menschlichen Leidens schnell in die Schranken weist. Bei all solcher Professionalität entgeht dem gängigerweise höchst solide ausgebildeten Medizinalien, dass der Berufsalltag und erst recht die Berufsallnacht mit Notfällen etwas anders aussieht.

Gut erinnere ich mich an jene Dienste, zu denen ich bis an die Zähne mit Literatur bewaffnet abends einrückte – feststellend, dass mein ad hoc verfügbares Wissen durch die Größe meiner Kitteltasche begrenzt wurde, in krassem Gegensatz dazu die volle medizinische Breitseite notfalliger Patienten.

Wie gerne hätte man ein gutes kompaktes Buch gehabt, das bei der Balance auf dem Grat zwischen Klugheit und heroischer Tollkühnheit hilft....

Wie interessant Notfallradiologie sein kann, hat Martin Heller bereits vor 25 Jahren mit „Computed Tomography of Trauma“ gezeigt, welches damals ein Standardwerk war. Mit „Notfallradiologie ...den Nachtdienst überleben“ sollte ihm und Eva-Maria Sattler Ähnliches gelingen. Dieses Buch füllt eine „akute“ Lücke und trägt hoffentlich auch dazu bei, den ärztlichen Adrenalinausstoß des Berufsanfängers etwas zu reduzieren.

Bonn, Juli 2011

Professor Dr. med. H.-H. Schild

Was ist das Schwerste von allem?

Was Dir das Leichteste dünket:

Mit den Augen zu sehn, was vor den Augen dir lieget.

Johann Wolfgang von Goethe

Die Nöte radiologischer Assistenzärzte, die – unterschiedlich ausgebildet – im Nachtdienst mit Fragen nach der Indikation, dem geeigneten Gerät, der Untersuchungstechnik und letztlich der Diagnose konfrontiert sind, haben uns veranlasst, dieses Buch zu schreiben. Es hat nicht den Anspruch, ein Lehrbuch oder gar Handbuch zu ersetzen, es soll vielmehr ein Nachschlagewerk sein, in dem man schnell und zuverlässig die Informationen findet, die man dringlichst braucht.

Zudem werden auch *gängige* Klassifikationen vermittelt, die in der dringlichen Notsituation nicht sofort präsent sein müssen. Da aber jeder Untersuchung Befunde folgen, sollte auch hier eine Hilfestellung gegeben werden.

Natürlich sind die Abläufe in allen Krankenhäusern sehr speziell, eine vergleichbare Vorgehensweise ist jedoch anzunehmen, da die Medizin als Notfallmedizin überall die gleichen Anforderungen an die Radiologie haben wird.

Dieses Buch wendet sich an Assistenzärzte sämtlicher Fachrichtungen, vor allem Radiologen, die im Dienst mit

radiologischen Untersuchungsstrategien, Untersuchungen und den daraus resultierenden Bildern konfrontiert werden, sowie an alle radiologisch Interessierten. Es sollen die wichtigsten radiologischen Fragestellungen (Notfälle) vermittelt werden. Da es ein sehr übersichtliches und kompaktes Buch ist, eignet es sich auch für Medizinstudenten zur Prüfungsvorbereitung.

Ebenso können Ärzte an den Krankenhäusern, an denen kein radiologischer Dienst eingerichtet ist, aber Röntgen- und Ultraschallgeräte und Computertomografen zur Verfügung stehen, sicherlich von dem hier zusammengetragenen Wissen profitieren.

Wenn „der Nachtdienst“ und alle, die in der Notfallmedizin tätig sind, dieses Buch mit Gewinn nutzen – dies ist unser Wunsch – hätte sich die Mühe gelohnt.

Allen Mitarbeitern der Radiologie des UK-SH, Kiel und denen des Thieme Verlages danken wir sehr herzlich für ihre engagierte Unterstützung.

Kiel, Juli 2011

*M. Heller, E.-M. Sattler
Die Herausgeber*

Anschriften

Dr. med. Jan Borggreffe
Dr. med. Michael Fabel
Prof. Dr. med. Martin Heller
Dr. med. Naomi Knöß (Institut für Neuroradiologie)
Dr. med. Ramona Peters
Dr. med. Eva-Maria Sattler
Dr. med. Dirk Sehr
Dr. med. Christine Stöhring
Dr. med. Jens Trentmann
Dr. med. Ilona Wiegels

Gemeinsame Adresse:
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Kiel
Klinik für Diagnostische Radiologie
Arnold-Heller-Str. 3
24105 Kiel

Abkürzungen

A., Aa.	Arteria, Arteriae	IABP	intraaortale Ballonpumpe
a.-p.	anterior-posterior	ICB	intrazerebrale Blutung
ACG	Akromioklavikulargelenk	inf.	inferior
ADC	Apparent Diffusion Coefficient	KM	Kontrastmittel
AKE	Aortenklappenersatz	LAE	Lungenarterienembolie
AMS	A. mesenterica superior	Lig., Ligg.	Ligamentum, Ligamenta
Angio	Angiografie	LWS	Lendenwirbelsäule
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese	M.	Musculus
ARDS	Acute respiratory Distress Syndrom	MIP	Maximum intensity projection
ASPECT	Alberta Stroke Program Early CT	MRT	Magnetresonanztomografie
AUG	Ausscheidungsurografie	mSv	Milli-Sievert
AVM	arteriovenöse Malformation	MT	Metatarsale
BOOP	Bronchiolitis obliterans with organising Pneumonia	MTT	Mean Transit Time
BWK	Brustwirbelkörper	N.	Nervus
BWS	Brustwirbelsäule	neg.	negativ
C.	Collum	NNH	Nasennebenhöhlen
CBV	zerebrales Blutvolumen	o.m.	okzipitontal
CCT	kraniale Computertomografie	OP	Operation
CMV	Zytomegalie-Virus	OSG	oberes Sprunggelenk
COP	Cryptogenic organizing Pneumonia	p.-a.	posterior-anterior
CRP	C-reaktives Protein	pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
CT	Computertomografie	PK	Pulmonalkatheter
CTA	CT-Angiografie	Proc.	Prozess
DAI	Diffuse axonal Injury	RÖ	Röntgen
DD	Differenzialdiagnose	SAB	Subarachnoidalblutung
DHC	Ductus hepaticus communis	SDH	Subduralhämatom
DL	Durchleuchtung	SHT	Schädel-Hirn-Trauma
DSA	digitale Subtraktionsangiografie	SIG	Sacroiliakgelenk
DWI	Diffusion weighted Imaging	SLE	systemischer Lupus erythematoses
EDH	Epiduralhämatom	SSFP	Steady-State free Precession
EKG	Elektrokardiografie	STIR	Short-Tau Inversion Recovery
FAST-Schema	Focused Assessment with Sonography for Trauma	Sv	Sievert
FKDS	farbkodierte Duplexsonografie	SWI	Susceptibility weighted imaging
FLAIR	Fluid attenuated Inversion Recovery	syn.	Synonym
GCS	Glasgow Coma Scale	Tbc	Tuberkulose
GIB	gastrointestinale Blutung	TFCC	triangulärer fibroartilaginärer Komplex
GIT	Gastrointestinaltrakt	TOF	Time of Flight
HAGL	Humeral Avulsion of glenohumeral Liga- ment	Tub.	Tuberculum
HE	Hounsfield-Einheiten	TVT	tiefe Venenthrombose
HRCT	High Resolution CT	US	Ultraschall
HSV	Herpes-simplex-Virus	USG	unteres Sprunggelenk
HWS	Halswirbelsäule	V., Vv.	Vena, Venae
i.a.	intraarteriell	V.a.	Verdacht auf
i.S.	im Sinne	WK	Wirbelkörper
i.v.	intravenös	WS	Wirbelsäule
		Z.n.	Zustand nach
		ZVK	zentraler Venenkatheter

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Anmerkungen zu radiologischen Untersuchungen sowie allgemeine Frakturzeichen	1
	<i>E.-M. Sattler, M. Heller</i>	
1.1	Allgemeine Anmerkungen	1
1.2	Allgemeine Frakturzeichen	2
2	Schädel	3
2.1	Neurokranium (Hirnschädel)	3
	<i>N. KnöB</i>	
2.1.1	Apoplex	3
2.1.2	Basilaristhrombose	6
2.1.3	Dissektion hirnversorgender Arterien	7
2.1.4	Epiduralhämatom	8
2.1.5	Subduralhämatom	8
2.1.6	Subarachnoidalblutung	9
2.1.7	Kontusionen	10
2.1.8	Scherverletzungen	11
2.1.9	Sinus- oder Venenthrombose	11
2.1.10	Meningitis	13
2.1.11	Enzephalitis	14
2.1.12	Abszess	14
2.1.13	Hydrozephalus	15
2.2	Viszerokranium (Gesichtsschädel) und Hals	17
	<i>Ch. Stöhring, I. Wiegels</i>	
2.2.1	Orbitafraktur	17
2.2.2	Mittelgesichtsfraktur	17
2.2.3	Unterkieferfraktur	19
2.2.4	Orbitaabszess	19
2.2.5	Tonsillarabszess/Peritonsillarabszess	20
3	Thorax	22
	<i>E.-M. Sattler</i>	
3.1	Normalbefund	22
3.2	Lunge und Bronchialsystem	23
3.2.1	Fremdmaterialien	23
3.2.2	Fehlintonation	23
3.2.3	Pneumothorax	25
3.2.4	Lungenarterienembolie	26
3.2.5	Pleuraerguss	28
3.2.6	Pulmonalvenöse Stauung und Lungenödem	29
3.2.7	Pneumonie	30
3.2.8	Aspirationspneumonie	31
3.2.9	Atelektase	32
3.3	Perikard und Mediastinum	34
3.3.1	Pneumoperikard	34
3.3.2	Perikarderguss	34
3.3.3	Pneumomediastinum/Mediastinal- emphysem	34
3.3.4	Mediastinalhämatom	35
3.4	Thoraxtrauma	36
3.4.1	Rippenfraktur	36
3.4.2	Lungenkontusion	36
3.4.3	Pneumatozele (Lungenpseudozyste)	37
4	Abdomen	39
	<i>M. Fabel, E.-M. Sattler</i>	
4.1	Gastrointestinaltrakt	39
4.1.1	Mesenteriale Ischämie/Darmischämie	39
4.1.2	Gastrointestinale Blutung	41
4.1.3	Abszess	41
4.1.4	Hämatom (retroperitoneal)	42
4.1.5	Hohlorganperforation	42
4.1.6	Cholezystitis	44
4.1.7	Pankreatitis	44
4.1.8	Appendizitis	46
4.1.9	Divertikulitis/Sigmadivertikulitis	46
4.1.10	Ileus, Subileus und Motilitätsstörung	47
4.2	Urogenitaltrakt	48
4.2.1	Pyelonephritis	48
4.2.2	Urolithiasis	49
4.2.3	Ovarialtorsion	50

5	Extremitäten	51
5.1	Frakturen und Luxationen	51
	<i>R. Peters</i>	
5.2	Obere Extremität	52
	<i>R. Peters, E.-M. Sattler</i>	
5.2.1	Luxation des Akromioklavikulargelenks	52
5.2.2	Klavikulafraktur	52
5.2.3	Schulterluxation	53
5.2.4	Humeruskopffraktur	54
5.2.5	Distale Humerusfraktur	55
5.2.6	Radiusköpfchensubluxation	55
5.2.7	Radiusköpfchenfraktur	55
5.2.8	Distale Radiusfraktur	57
5.2.9	Skaphoidfraktur	58
5.2.10	Mittelhandfraktur	58
5.2.11	Fingerfraktur und -luxation	59
5.3	Untere Extremität	60
	<i>J. Borggreffe, E.-M. Sattler</i>	
5.3.1	Hüftluxation	60
5.3.2	Femurkopffraktur	61
5.3.3	Schenkelhalsfraktur, per- und subtrochantäre Femurfraktur	61
5.3.4	Femurschaftfraktur	62
5.3.5	Distale Femurfraktur	63
5.3.6	Patellafraktur	63
5.3.7	Patellaluxation	64
5.3.8	Patella- und Quadrizepssehnenruptur	64
5.3.9	Tibiakopffraktur	64
5.3.10	Tibia- und Fibulaschaftfraktur	65
5.3.11	Pilon-tibiale-Fraktur	65
5.3.12	Fraktur des oberen Sprunggelenks	65
5.3.13	Talusfraktur	66
5.3.14	Kalkaneusfraktur	67
5.3.15	Luxationsfraktur des Vorfußes	68
5.3.16	Fraktur der Tarsalia, Metatarsalia und Phalangen	69
6	Wirbelsäule	71
	<i>M. Heller, I. Wiegels</i>	
6.1	Bandscheibenhernierung	71
6.2	Diszitis, Spondylodiszitis	72
6.3	Spinale Ischämie	73
7	Polytrauma	75
7.1	Einführung	75
	<i>Ch. Stöhring</i>	
7.2	Schädelhirntrauma und Verletzungen des Gesichtsschädel	76
	<i>Ch. Stöhring, N. Knöb</i>	
7.2.1	Epiduralhämatom	76
7.2.2	Subduralhämatom	76
7.2.3	Kontusionen	77
7.2.4	Scherverletzungen	77
7.2.5	Traumatische Subarachnoidalblutung	78
7.2.6	Schädelfraktur	78
7.2.7	Verletzungen des Gesichtsschädels	79
7.2.8	Orbitafraktur	79
7.2.9	Mittelgesichtsfraktur	80
7.2.10	Unterkieferfraktur	81
7.3	Thoraxtrauma	82
	<i>E.-M. Sattler</i>	
7.3.2	Verletzung der Aorta (traumatische Aortenruptur, -aneurysma)	82
7.3.3	Mediastinal-/Retrosternalhämatom	82
7.3.4	Perikarderguss/Pneumoperikard	83
7.3.5	Pneumomediastinum/Mediastinalempysem	83
7.3.6	Tracheobronchiale Ruptur	83
7.3.7	Ösophagusruptur	84
7.3.8	Pneumothorax	84
7.3.9	Lungenkontusion, Lungenlazeration	85
7.3.10	Hämatothorax	85
7.3.11	Zwerchfellruptur	86
7.3.12	Rippenfraktur	86
7.4	Abdominaltrauma	88
	<i>E.-M. Sattler</i>	
7.4.2	Verletzungen der Milz	89
7.4.3	Verletzungen der Leber	89
7.4.4	Verletzungen der Niere	91
7.4.5	Verletzungen des Pankreas	92
7.4.6	Verletzungen des Mesenteriums und des Darms	93
7.5	Wirbelsäule	94
	<i>M. Heller, I. Wiegels</i>	
7.5.1	Allgemeine Anmerkungen	94
7.5.2	Wirbelsäulentrauma	94
7.5.3	Traumatischer Diskusprolaps/-protrusion	99
7.5.4	Sakrumfrakturen	100
7.6	Beckentrauma und urogenitale Verletzungen	101
	<i>Ch. Stöhring, M. Heller</i>	
7.6.1	Beckenringfraktur	101
7.6.2	Sakrumfrakturen und traumatische Läsionen der Sakroiliakgelenke	102
7.6.3	Azetabulumfraktur	104
7.6.4	Harnblasenruptur	106
7.6.5	Harnleiter-/Harnröhrenverletzung	106
7.6.6	Rektosigmoidale Verletzungen	106

8	Gefäßnotfälle	108
	<i>J. Trentmann, M. Heller</i>	
8.1	Arterielle Notfälle	108
8.1.1	Akute Aortendissektion	108
8.1.2	Rupturiertes Aortenaneurysma	109
8.1.3	Akuter arterieller Gefäßverschluss/Bypassver- schluss	111
8.1.4	Akute arterielle Blutung	112
8.1.5	Pseudoaneurysma (Aneurysma spurium)	114
8.2	Venöse Notfälle	115
8.2.1	Akute tiefe Bein- und Beckenvenen- thrombose	115
8.2.2	Obere Einflusstauung	116
8.2.3	Akut dysfunktionaler Dialyseshunt	117
9	Pädiatrische Notfallradiologie	119
	<i>D. Sehr, M. Heller</i>	
9.1	Hals	119
9.1.1	Lymphadenitis colli	119
9.2	Thorax	120
9.2.1	Fremdkörperaspiration	120
9.3	Abdomen	121
9.3.1	Appendizitis	121
9.3.2	Stielgedrehtes Ovar	121
9.3.3	Invagination	122
9.3.4	Volvulus	123
9.3.5	Pneumoperitoneum	124
9.4	Genitale	124
9.4.1	Hodentorsion	124
9.4.2	Orchitis/Epididymitis	124
9.4.3	Hydatidentorsion	126
9.5	Akuter Hüftschmerz	127
9.5.1	Coxitis fugax/septische Koxitis	127
9.5.2	Morbus Perthes	127
9.5.3	Epiphyseolysis capitis femoris	128
9.6	Klassische Frakturen im Wachstumsalter	129
9.6.1	Grünholzfraktur	129
9.6.2	Biegungsfraktur	129
9.6.3	Wulstbruch	129
9.6.4	Epiphysenfrakturen	130
9.6.5	Übergangsfrakturen	130
9.6.6	Apophysenaustrisse	131
9.7	Spezieller Traumatteil	132
9.7.1	Schädel-Hirn-Trauma beim Kind	132
9.7.2	Frakturen und Luxationen im Bereich des Ellenbogens im Wachstumsalter	133
9.7.3	Suprakondyläre Humerusfraktur	133
9.7.4	Radiusköpfchenfraktur	134
9.7.5	Abrissfraktur Epicondylus ulnaris	134
9.7.6	Abrissfraktur Epicondylus radialis	136
9.7.7	Olekanonfraktur	137
9.7.8	Monteggia-Verletzung	137
9.7.9	Radiusköpfchen-Subluxation (Chassaignac-Lähmung)	138
9.7.10	Toddler's Fracture	138
9.7.11	Metatarsale-5-Basisfraktur	138
9.7.12	Battered-Child-Syndrom	139
	Sachverzeichnis	143

1 Allgemeine Anmerkungen zu radiologischen Untersuchungen sowie allgemeine Frakturzeichen

E.-M. Sattler, M. Heller

1.1 Allgemeine Anmerkungen

Faustregel ist:

- Diagnostik **einfacher Verletzungen** an gut zugänglichen Körperregionen (z.B. Extremitätenschäfte) vorzugsweise mittels Röntgenaufnahmen
- Abklärung **umfangreicher Verletzungen** an räumlich komplexen Regionen (z.B. Becken) vorzugsweise computertomografisch
- Läsionen der **parenchymatösen Organe** des Bauch- und Retroperitonealraumes: Diagnostik durch Sonografie (wo möglich, oft eingeschränkte Untersuchungsbedingungen!) bzw. durch Computertomografie (CT)
- **Magnetresonanztomografie** (MRT) spielt in der Notfalldiagnostik eine nachgeordnete Rolle (Ausnahmen: Verdacht auf [V.a.] spinale Läsion, unklare zerebrale Pathologien, fakultativ kindliche Verletzungen)

MERKE

Die CT ist in der Notfalldiagnostik das wichtigste Instrument mit der umfangreichsten Aussagekraft!

Schädel



Cave: Röntgenaufnahmen zum Nachweis von Frakturen sind heutzutage obsolet!

Die CT ist Methode der Wahl, da die alleinige Schädelfraktur ohne neurologischen Befund meist keine Konsequenzen hat, dafür aber **intrakranielle Verletzungen** bei adäquatem Trauma ausgeschlossen werden müssen.

Strahlenexposition. CCT ca. 2–4 mSv

Wirbelsäule

- Röntgenuntersuchung als primäres Verfahren bei V.a. Wirbelsäulenverletzungen
 - am wichtigsten: Seitenaufnahme
 - äußerst kritisch: Wirbelsäulenfunktionsaufnahmen nach Trauma
- bei schweren Wirbelsäulenverletzungen ist die CT Methode der Wahl
- MRT bei Verdacht auf ein spinale Trauma

Strahlenexposition.

- HWS-Röntgen in 2 Ebenen ca. 0,1–0,3 mSv,
- BWS-Röntgen in 2 Ebenen ca. 0,5–0,8 mSv,
- LWS-Röntgen in 2 Ebenen ca. 0,8–1,8 mSv,
- bei CT der WS 2–11 mSv: HWS < BWS < LWS

Becken

- bei schweren Verletzungen unmittelbare Abklärung mittels CT
- orientierende Darstellung durch Beckenröntgenaufnahme anterior-posterior (a.p.)

Strahlenexposition. ca. 0,5–1 mSv

Wird keine CT-Untersuchung durchgeführt, können beim Beckentrauma folgende Röntgenprojektionen hilfreich sein:

- **Obturator-Aufnahme** (zentrierter Strahlengang mit Anhebung der frakturierten Seite um 45°): zur Beurteilung des ventralen Pfeilers und des dorsalen Pfannenrandes
- **Ala-Aufnahme** (zentrierter Strahlengang mit Anhebung der gesunden Seite um 45°): zur Beurteilung des dorsalen Pfeilers und des ventralen Pfannenrandes
- **Inlet-Aufnahme** (Strahlengang 40° nach kraniokaudal geneigt): zum Nachweis von Dislokationen des hinteren und vorderen Beckenrings in sagittaler Richtung
- **Outlet-Aufnahme** (Strahlengang 40° nach kaudokranial geneigt): zum Nachweis von Sakrumfrakturen sowie Dislokationen in vertikaler Richtung

Strahlenexposition. Die totale effektive Strahlendosis für Röntgenuntersuchungen des Beckens (Beckenübersicht, Ala- und Obturator-, Inlet- und Outlet-Aufnahme) beträgt 5,0 mSv, für die CT des Beckens (inkl. sämtlicher gewünschter Rekonstruktionen, auch die o.g. Projektionen simulierend) 4,4 mSv.

Extremitäten

- Röntgenaufnahmen immer in 2 Ebenen!
- angrenzende Gelenke immer mit darstellen

Strahlenexposition. ca. 0,01–0,1 mSv

1.2 Allgemeine Frakturzeichen

Allgemeine Frakturzeichen im Röntgenbild

- Kontinuitätsunterbrechung der äußeren Knochenkontur (Kortikalis/Kompakta)
- Stufenbildung der Kortikalis
- Aufhellungslinie innerhalb des Knochens
- Zerstörung der trabekulären Zeichnung
- Spongiosaverdichtung bei Einstauchung
- Knochenfragmente (scharf begrenzt oder ausgefranst)
- Dislokation der Fragmente
- Winkelbildung der Longitudinalachse des Knochenschaftes
- begleitende Weichteilschwellung durch Hämatom

Frakturen sind nicht zu verwechseln mit:

- Gefäßkanälen (haben eine Randsklerose)
- Epiphysenfugen, persistierenden Apophysen und akzessorischen Knochen

Frakturarten

Einteilung nach Verlauf der Frakturlinien, Form des Frakturpals, Anzahl der Fragmente, Deformierung und Traumamechanismen:

- Quer-, Längs-, Schräg- und Spiralfaktur, Y-, V- oder T-Faktur
- Einfragment- und Mehrfragmentfraktur (>3 Fragmente, Sonderform: Stückfraktur = doppelter Bruch des gleichen Knochens)
- Kompressions-/Impressionsfraktur (v.a. Wirbelkörper mit keilförmiger Deformierung)

Dislokation

Die Benennung einer Dislokation richtet sich nach der Stellung des distalen zum proximalen Fragments:

- parallele Dislokation (Dislocatio ad latus)
- Längsdislokation (Dislocatio ad longitudinem mit Verkürzung [cum contractione] oder Verlängerung [cum distractione] des Fragmentabstands)
- Achsabknickung (Dislocatio ad axim in Varus- oder Valgusstellung)
- Rotationsfehlstellung (Dislocatio ad peripheriam)

Indirekte Frakturzeichen und extraossäre Röntgensymptome

Gelenkerguss

- Fettpolsterzeichen (s. u.) am Ellenbogen
- Holmgren-Zeichen (s. u.) am Knie

Weichteilhämatom

- Pronator-Quadratus-Zeichen (s. S. 57) am Vorderarm
- paravertebrales Hämatom bei Wirbelfrakturen

Intraartikuläre Blutungen

Ellenbogen. Ausspannung der Gelenkkapsel mit konsekutiver Verlagerung des ihr anhaftenden Fettgewebes (**Fettpolsterzeichen**, „Fat pad sign“):

- **ventrales Fettpolster:** etwa 5 mm breite Schwärzungszone normalerweise der Fossa coronoidea anliegend (Seitaufnahme)
- **dorsales Fettpolster:** lineare Schwärzungszone dorsal der Fossa olecrani, welche normalerweise im Röntgenbild nicht sichtbar ist

MERKE

Ein abgehobenes ventrales Fettpolster und ein sichtbares dorsales Fettpolster sind Zeichen für einen Gelenkerguss.

Kniegelenk.

- Erguss mit Volumenzunahme im Bereich des Recessus suprapatellaris (nicht obligat im Zusammenhang mit einer Fraktur, auch bei Bandläsionen oder Meniskusverletzungen)
- bei intraartikulären Frakturen Austreten von Fett aus dem Markraum ins Gelenk mit unterschiedlichem spezifischen Gewicht von Blut und Fett (Schichtungsphänomen/**Holmgren-Zeichen**)

Hüftgelenk. Perimuskuläre Fettstreifen werden durch Ergussbildung verlagert bzw. durch Hämatombildung un deutlich.

Schädel.

- Blutungen in die NNH (v.a. Sinus maxillaris und Sinus sphenoidalis), die sich radiologisch als Spiegelbildung darstellen
- Luft in der Orbita (Emphysem) bei Fraktur des Os ethmoidale
- intrakranielle Luftansammlungen als indirektes Zeichen für eine offene Schädelfraktur

2 Schädel

2.1 Neurokranium (Hirnschädel)

N. KnöB

2.1.1 Apoplex

Entstehung/Ursache

Ischämisch (70–80%). Partieller oder vollständiger Verschluss einer hirnversorgenden Arterie:

- **makroangiopathisch:** arterieller embolisch aus weiter proximal lokalisierten Gefäßabschnitten, embolisch aus dem Herzen, lokale Thrombosen an vorbestehenden Stenosen
- **mikroangiopathisch:** Verschlüsse der perforierenden Endarterien auf dem Boden einer Lipohyalinose (wichtigste Risikofaktoren u.a. Hypertonus, Diabetes mellitus)
- **hämodynamische Infarkte** bei Stenosen der vorgeschalteten Gefäße



Cave: Bei jüngeren Patienten an eine Dissektion hirnversorgender Arterien denken!

Hämorrhagisch (20–30%):

- intrazerebrale Blutungen (ICB), bei älteren Patienten häufig auf dem Boden eines Hypertonus
- erhöhtes Risiko für eine ICB bei iatrogenen Koagulopathie (z.B. oral antikoagulierte Patienten)



Cave: Bei jüngeren Patienten immer an Gefäßpathologien wie Angiome oder Aneurysmen denken!

Die schnelle Diagnostik ist wichtig, da das Zeitfenster für die systemische Lysetherapie akuter ischämischer Schlaganfälle 4,5h und für die lokale Lysetherapie und/oder mechanische Thrombektomie 6h beträgt.

Radiologie

- Nativ-CT
- ergänzend arterielle CT-Angiografie und CT-Perfusion
- alternativ MRT (diffusions- und T2-gewichtete Sequenz, T2*-gewichtete Gradientenechosequenz zum Blutungsausschluss, time-of-flight (TOF)-Angiografie, Perfusion-MRT)



Cave: Infarktfrühzeichen können initial bzw. bei hyperakuten Infarkten (< 1–2h) im CT fehlen!

Akuter Infarkt

CT-Zeichen

Infarktfrühzeichen:

- Hypodensität des Rindenbandes mit Verlust der Mark-Rinden-Differenzierung
- Hypodensität der Stammganglien (am besten im Seitenvergleich zu erkennen, Abb. 2.1)
- ödematöse Schwellung mit Verstreichen der äußeren Liquorräume
- Hyperdense artery sign: Hyperdensität eines Gefäßabschnittes der Hirnbasisarterien durch Thrombus (Abb. 2.2)

CT-Perfusion. Abschätzung der Ausdehnung minderperfundierter Areale, die noch nicht irreversibel geschädigt sind und durch eine Lysetherapie potenziell gerettet werden können (Penumbra). In dieser ist die Kontrastmittelpassagezeit (Mean transit time, MTT) verlängert, das zerebrale Blutvolumen (CBV) ist durch autoregulatorische Mechanismen und Kollateralisierung jedoch noch kompensiert. Ist auch das CBV kritisch vermindert, gilt das betroffene Parenchym als irreversibel ischämisch geschädigt (Infarktkern).

CT-Angiografie. Die CT-Angiografie zeigt Gefäßverschlüsse oder Stenosen (Abb. 2.3).

MERKE

Zur Therapieentscheidung wird die Ausdehnung des Infarktes im Mediastromgebiet (< 1/3 oder > 1/3) beurteilt: > 1/3 ist eine Kontraindikation zur Lysetherapie.

Alternativ wird der **ASPECT-Score** (Alberta Stroke Program Early CT-Score, Abb. 2.4) bestimmt: Das Mediastromgebiet wird in 10 Bereiche unterteilt (Kaudatuskopf, Linsenkern, Capsula interna, Inselkortex, anteriore, laterale und posteriore Kortexabschnitte auf einem axialen Schnitt auf Höhe der Stammganglien sowie anteriore,