

Referenz Endokrinologie und Diabetologie

Herausgegeben von
Sven Diederich
Joachim Feldkamp
Martin Grußendorf
Martin Reincke

 Online-Version in der eRef



Referenz Endokrinologie und Diabetologie

Herausgegeben von

Sven Diederich, Joachim Feldkamp

Martin Grußendorf, Martin Reincke

Mit Beiträgen von

Matthias Angstwurm
Martin Anlauf
Matthias Auer
Christoph Josef Auernhammer
Klaus Badenhoop
Yoon Ju Bae
Andreas Barthel
Richard P. Baum
Susanne Bechtold-Dalla Pozza
Hermann M. Behre
Felix Beuschlein
Martin Bidlingmaier
Gerhard Binder
Andreas Birkenfeld
Wilhelm Bloch
Matthias Blüher
Jörg Bojunga
Stefan Bornstein
Bettina Böttcher
Michael Buchfelder
Tina Buchholz
Thomas Danne
Timo Deutschbein
Ralf Dittrich
Michael Droste
Anja Eckstein
Pedram Emami
Christine Fahlbusch
Dirk Fahlenkamp
Walter Josef Fassbender
Martin Fassnacht
Michael Faust
Wiebke Kristin Fenske
Jörg Flitsch

Christian Fottner
Karin Frank-Raue
Dagmar Führer
Peter E Goretzki
Patricia Grabowski
Christian Grohé
Jan Benedikt Gröner
Frank Grünwald
Stefanie Hahner
Dieter Häussinger
Sabine Heger
Johannes Hensen
Lorenz C. Hofbauer
Paul Martin Holterhus
Jürgen Honegger
Heike Hoyer-Kuhn
Peter M. Jehle
Reiner Jumpertz-von
Schwartzenberg
Clemens Kamrath
Wolfram Karges
Tina Kienitz
Wieland Kieß
Helmut Kleinwechter
Sabine Kliesch
Ulrich J. Knappe
Christian A. Koch
Frank-Michael Köhn
Friederike Körber
Olga Kordonouri
Jürgen Kratzsch
Matthias Kroiß
Patric Kröpil
Heiko Krude

Sylke Kurz
Harald Lahner
Christof Land
Thomas Langbein
Laura Lotz
Michael Ludwig
Markus Luster
Knut Mai
Burkhard Manfras
Martin Merkel
Bernd Meyenburg
Lars Möller
Karsten Müssig
Patricia G. Oppelt
Ulrich-Frank Pape
Stephan Petersenn
Roland Pfäffle
Gabriele Pöpperl
Marcus Quinkler
Klemens Raile
Friedhelm Raue
Nada Rayes
Susanne Reger-Tan
Walter Reinhardt
Nicole Reisch
Annette Richter-Unruh
Anja Rinke
Michael Roden
Julia Rohayem
Alexander Sahi
Ludwig Schaaf
Andreas Schäffler
Stephan Scharla
Sven Schinner

Sven-Martin Schlaffer
Kurt Werner Schmid
Christof Schöfl
David Schöler
Laura Lotz
Eckhard Schönau
Jochen Schopohl
Matthias Schott
Maria Schubert
Hans-Christian Schuppe
Vanadin Seifert-Klauss
Jochen Seißler
Jörg Oliver Semler
Jochen Seufert
Heide Siggelkow
Christine Spitzweg
Joachim Spranger
Günter Karl Stalla
Bettina Stamm
Christian J. Strasburger
Thomas Strowitzki
Ulla Stumpf
Elena Tsourdi
Frederik Verburg
Anja Vogt
Stephan vom Dahl
Martin Wabitsch
Matthias M. Weber
Rudolf Weiner
Ludwig Wildt
Holger S. Willenberg
Joachim Wöfle
Stefan A. Wudy
Achim Wüsthof
Michael Zitzmann

170 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.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:
www.thieme.de/service/feedback.html

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer 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 Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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.

© 2020 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Redaktion: Vanessa Keinert, Neckargemünd-Dilsberg
Umschlaggestaltung: Thieme Group
Umschlaggrafik: decade3d/stock.adobe.com
Zeichnungen: Heike Hübner, Berlin; Christine Lackner, Ittlingen
Satz: Druckhaus Götz GmbH, Ludwigsburg,
gesetzt in 3B2, Version 9.1, Unicode
Druck: Beltz Grafische Betriebe

DOI 1055/b-005-145226

ISBN 978-3-13-240827-2

2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-240857-9
eISBN (epub) 978-3-13-240858-6

Wo datenschutzrechtlich erforderlich, wurden die Namen und weitere Daten von Personen redaktionell verändert (Tarnnamen). Dies ist grundsätzlich der Fall bei Patienten, ihren Angehörigen und Freunden, z.T. auch bei weiteren Personen, die z.B. in die Behandlung von Patienten eingebunden sind. Die abgebildeten Personen haben in keiner Weise etwas mit der Krankheit zu tun. Um den Lesefluss zu erhalten, wird im Nachfolgenden in der Regel die maskuline Geschlechtsform verwendet. Sie bezieht alle Geschlechter gleichermaßen mit ein.

Vorwort

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,
das vorliegende Werk hat den Anspruch, Sie in sehr praxisorientierter und strukturierter Form über den aktuellen Stand der Diagnostik und Therapie endokrinologischer und diabetologischer Erkrankungen zu informieren. Durch zwei Besonderheiten möchten wir dieses Buch als ein zeitgemäßes Nachschlagewerk in unserem Fachgebiet etablieren:

1. Die Autorenauswahl erfolgte nicht durch uns als Herausgeber, sondern durch die Sektionen und Arbeitsgemeinschaften der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie (DGE).
2. In der Referenzreihe erfolgt eine regelmässige Überarbeitung der Online-Version, die durch die Herausgeber und den Verlag im Namen der DGE begleitet und kontrolliert wird.

Somit hoffen wir, dass dieses Konzept für Sie eine praxisnahe, präzise und immer aktuelle Hilfestellung bei der Versorgung Ihrer Patienten wird.

Sven Diederich
Joachim Feldkamp
Martin Grußendorf
Martin Reincke

Inhaltsverzeichnis

1	Hypothalamus und Hypophyse	22		
1.1	Bildgebende Diagnostik (Hypothalamus und Hypophyse)	22	1.9	Cushing-Syndrom (Hypothalamus und Hypophyse)
	<i>Sven-Martin Schlaffer, Michael Buchfelder</i>			<i>Martin Reincke</i>
1.2	Labordiagnostik (Hypothalamus und Hypophyse)	24	1.10	Andere hormonaktive Hypophysentumoren
	<i>Stephan Petersenn</i>			<i>Tina Kienitz, Christian J. Strasburger</i>
1.3	Klinisch hormoninaktive Hypophysenadenome	30	1.11	Hypophyseninsuffizienz
	<i>Jürgen Honegger</i>			<i>Michael Droste</i>
1.4	Autoimmunhypophysitis	34	1.12	Diabetes insipidus (Hypothalamus und Hypophyse)
	<i>Jürgen Honegger</i>			<i>Johannes Hensen, Wiebke Kristin Fenske</i>
1.5	Hypothalamusraumforderungen	38	1.13	Hyponatriämie (Hypothalamus und Hypophyse)
	<i>Jörg Flitsch, Pedram Emami</i>			<i>Wiebke Kristin Fenske, Johannes Hensen</i>
1.6	Läsionen der Pinealisloge (Hypothalamus und Hypophyse)	41	1.14	Hypophysenchirurgie
	<i>Pedram Emami, Jörg Flitsch</i>			<i>Ulrich J. Knappe</i>
1.7	Prolaktinom (Hypothalamus und Hypophyse)	43	1.15	Erkrankungen in der Schwangerschaft (Hypothalamus und Hypophyse)
	<i>Jochen Schopohl</i>			<i>Burkhard Manfras</i>
1.8	Akromegalie (Hypothalamus und Hypophyse)	49	1.16	Angeborene Hypophysenerkrankungen und andere Besonderheiten bei Kindern
	<i>Christof Schöfl</i>			<i>Gerhard Binder</i>
2	Wachstum und Entwicklung	92		
2.1	Bildgebende Diagnostik (Wachstum und Entwicklung)	92	2.7	Ullrich-Turner-Syndrom (Wachstum und Entwicklung)
	<i>Jörg Oliver Semler, Friederike Körber</i>			<i>Wieland Kieß</i>
2.2	Labordiagnostik (Wachstum und Entwicklung)	94	2.8	Konntales adrenogenitales Syndrom (Wachstum und Entwicklung)
	<i>Jürgen Kratzsch, Yoon Ju Bae</i>			<i>Stefan A. Wudy</i>
2.3	Kleinwuchs (Wachstum und Entwicklung)	96	2.9	Geschlechtsdysphorie im Kindes- und Jugendalter (Wachstum und Entwicklung)
	<i>Roland Pfäffle</i>			<i>Bernd Meyenburg, Achim Wüsthof</i>
2.4	Hochwuchs (Wachstum und Entwicklung)	102	2.10	Disorders of Sexual Development (Wachstum und Entwicklung)
	<i>Joachim Wölflle</i>			<i>Annette Richter-Unruh</i>
2.5	Pubertas tarda (Wachstum und Entwicklung)	106	2.11	Noonan-Syndrom (Andere seltene endokrinologische Syndrome)
	<i>Julia Rohayem, Sabine Heger</i>			<i>Gerhard Binder</i>
2.6	Pubertas praecox (Wachstum und Entwicklung)	114	2.12	Silver-Russell-Syndrom (Andere seltene endokrinologische Syndrome)
	<i>Sabine Heger, Julia Rohayem</i>			<i>Gerhard Binder</i>

3	Schilddrüse	146		
3.1	Bildgebende Diagnostik (Schilddrüse) .	146	3.12	Medulläres Schilddrüsenkarzinom
	<i>Jörg Bojunga, Gabriele Pöpperl</i>			<i>Dagmar Führer</i>
3.2	Labordiagnostik (Schilddrüse)	150	3.13	Anaplastisches Schilddrüsenkarzinom .
	<i>Joachim Feldkamp, Martin Grussendorf</i>			<i>Dagmar Führer, Kurt Werner Schmid</i>
3.3	Zytologie (Schilddrüse)	152	3.14	Schilddrüsen- und Nebenschilddrüsen-
	<i>Kurt Werner Schmid</i>			chirurgie
3.4	Euthyreote Struma (Schilddrüse)	156		<i>Peter E. Goretzki, Nada Rayes</i>
	<i>Martin Grussendorf, Joachim Feldkamp</i>		3.15	Morbus Basedow/Hyperthyreose in
3.5	Hyperthyreose (Schilddrüse)	161		der Schwangerschaft (Schilddrüse)
	<i>Matthias Schott</i>			<i>Dagmar Führer, Karin Frank-Raue</i>
3.6	Morbus Basedow (Schilddrüse)	165	3.16	Autoimmunthyreoiditis/
	<i>Matthias Schott</i>			Hypothyreose in der Schwangerschaft
3.7	Endokrine Orbitopathie (Schilddrüse) .	168		(Schilddrüse)
	<i>Anja Eckstein</i>			<i>Dagmar Führer, Karin Frank-Raue</i>
3.8	Autonomie (Schilddrüse)	172	3.17	Radiojodtherapie (Schilddrüse)
	<i>Frank Grünwald</i>			<i>Markus Luster</i>
3.9	Hypothyreose (Schilddrüse)	175	3.18	Angeborene Schilddrüsenerkrankun-
	<i>Lars Möller</i>			gen und andere Besonderheiten im
3.10	Autoimmunthyreoiditis (Schilddrüse) .	178		Kindesalter
	<i>Lars Möller</i>			<i>Heiko Krude</i>
3.11	Differenziertes Schilddrüsenkarzinom .	180		
	<i>Christine Spitzweg, Frederik Verburg</i>			
4	Nebenniere	208		
4.1	Bildgebende Diagnostik (Nebenniere) .	208	4.9	Inzidentalom der Nebenniere
	<i>Stefanie Hahner, Holger S. Willenberg</i>			<i>Timo Deutschbein, Martin Fassnacht</i>
4.2	Labordiagnostik (Nebenniere)	210	4.10	Nebennierenkarzinom
	<i>Timo Deutschbein, Martin Bidlingmaier</i>			<i>Matthias Kroiß, Martin Fassnacht</i>
4.3	Endokrine Hypertonie (Nebenniere) ...	216	4.11	Nebennierenchirurgie
	<i>Sven Diederich</i>			<i>Peter E. Goretzki, Nada Rayes</i>
4.4	Primärer Hyperaldosteronismus		4.12	Nebennierenerkrankungen in der
	(Nebenniere)	220		Schwangerschaft
	<i>Felix Beuschlein</i>			<i>Burkhard Manfras</i>
4.5	Phäochromozytom (Nebenniere)	224	4.13	Nebennierenüberfunktion im Kindes-
	<i>Tina Kienitz, Marcus Quinkler</i>			alter (Angeborene Nebennierenerkran-
4.6	Adrenogenitales Syndrom im			kungen und andere Besonderheiten im
	Erwachsenenalter (Nebenniere)	228		Kindesalter)
	<i>Nicole Reisch, Marcus Quinkler</i>			<i>Clemens Kamrath</i>
4.7	Sekundäre Nebenniereninsuffizienz ...	232	4.14	Nebenniereninsuffizienz im Kindes-
	<i>Christian A. Koch, Stefanie Hahner,</i>			alter (Angeborene Nebennierenerkran-
	<i>Stefan R. Bornstein</i>			kungen und andere Besonderheiten im
4.8	Morbus Addison (Nebenniere)	236		Kindesalter)
	<i>Stefanie Hahner, Christian A. Koch,</i>			<i>Clemens Kamrath</i>
	<i>Stefan R. Bornstein</i>			

5	Knochenstoffwechsel	264		
5.1	Bildgebende Diagnostik (Knochenstoffwechsel)	264	5.10	Osteomalazie (Knochenstoffwechsel) .
	<i>Ulla Stumpf, Patric Kröpil</i>			<i>Stephan Scharla</i>
5.2	Labordiagnostik (Knochenstoffwechsel)	267	5.11	Hypokalzämie (Knochenstoffwechsel) .
	<i>Walter Josef Fassbender</i>			<i>Heide Siggelkow, Bettina Stamm</i>
5.3	Postmenopausale Osteoporose (Knochenstoffwechsel)	269	5.12	Hypoparathyreoidismus (Knochenstoffwechsel)
	<i>Vanadin Seifert-Klauss, Lorenz C. Hofbauer, Elena Tsourdi</i>			<i>Heide Siggelkow, Bettina Stamm</i>
5.4	Sekundäre Osteoporose (Knochenstoffwechsel)	273	5.13	Pseudohypoparathyreoidismus (Knochenstoffwechsel)
	<i>Lorenz C. Hofbauer, Elena Tsourdi, Vanadin Seifert-Klauss</i>			<i>Heide Siggelkow, Bettina Stamm</i>
5.5	Osteoporose des Mannes (Knochenstoffwechsel)	277	5.14	Morbus Paget (Knochenstoffwechsel) .
	<i>Lorenz C. Hofbauer, Elena Tsourdi, Vanadin Seifert-Klauss</i>			<i>Christof Land</i>
5.6	Hyperkalzämie (Knochenstoffwechsel)	280	5.15	Fibröse Dysplasie (Knochenstoffwechsel)
	<i>Heide Siggelkow</i>			<i>Christof Land</i>
5.7	Primärer Hyperparathyreoidismus (Knochenstoffwechsel)	284	5.16	Störungen des Phosphatstoffwechsels (Knochenstoffwechsel)
	<i>Heide Siggelkow</i>			<i>Christof Land</i>
5.8	Renale Osteopathie (Knochenstoffwechsel)	288	5.17	Erkrankungen in der Schwangerschaft (Knochenstoffwechsel)
	<i>Peter M. Jehle</i>			<i>Burkhard Manfras</i>
5.9	Vitamin-D-Mangel (Knochenstoffwechsel)	292	5.18	Angeborene Knochenerkrankungen und andere Besonderheiten im Kindesalter
	<i>Stephan Scharla</i>			<i>Eckhard Schönau, Heike Hoyer-Kuhn</i>
6	Andrologie	322		
6.1	Bildgebende Diagnostik (Andrologie) .	322	6.6	Störungen der Erektion und Ejakulation (Andrologie)
	<i>Sabine Kliesch, Alexander Sahi</i>			<i>Dirk Fahlenkamp</i>
6.2	Ejakulatuntersuchungen (Andrologie) .	325	6.7	Gynäkomastie (Andrologie)
	<i>Hermann M. Behre</i>			<i>Burkhard Manfras</i>
6.3	Hypogonadismus (Andrologie)	328	6.8	Hodentumoren (Andrologie)
	<i>Michael Zitzmann</i>			<i>Sabine Kliesch, Maria Schubert</i>
6.4	Altershypogonadismus (Andrologie) ..	334	6.9	Transsexualität des Erwachsenen (Andrologie)
	<i>Sven Diederich</i>			<i>Günter Karl Stalla, Matthias Auer</i>
6.5	Männliche Infertilität (Andrologie)	338	6.10	Angeborene andrologische Erkrankungen im Kindesalter
	<i>Hans-Christian Schuppe, Frank-Michael Köhn</i>			<i>Paul-Martin Holterhus</i>

7	Gynäkologische Endokrinologie	370		
7.1	Labordiagnostik (Gynäkologische Endokrinologie)	370	7.8	Kontrazeption (Gynäkologische Endokrinologie)
	<i>Ludwig Wildt, Bettina Böttcher</i>			<i>Michael Ludwig</i>
7.2	Zyklusstörungen (Gynäkologische Endokrinologie)	372	7.9	Angeborene gynäkologische Erkrankungen und andere Besonderheiten im Kindesalter: Fehlbildungen des Hymens
	<i>Ludwig Wildt, Bettina Böttcher</i>			<i>Christine Fahlbusch, Patricia G. Oppelt</i>
7.3	Weibliche Sterilität (Gynäkologische Endokrinologie)	377	7.10	Angeborene gynäkologische Erkrankungen und andere Besonderheiten im Kindesalter: Lichen sclerosus
	<i>Thomas Strowitzki</i>			<i>Christine Fahlbusch, Patricia G. Oppelt</i>
7.4	In-vitro-Fertilisation (Gynäkologische Endokrinologie)	381	7.11	Angeborene gynäkologische Erkrankungen und andere Besonderheiten im Kindesalter: Labiencychie
	<i>Thomas Strowitzki</i>			<i>Christine Fahlbusch, Patricia G. Oppelt</i>
7.5	Polyzystisches Ovarsyndrom (Gynäkologische Endokrinologie)	382	7.12	Genetik in der Reproduktionsendokrinologie
	<i>Vanadin Seifert-Klauss</i>			<i>Tina Buchholz</i>
7.6	Hirsutismus (Gynäkologische Endokrinologie)	387		
	<i>Vanadin Seifert-Klauss</i>			
7.7	Hormonelle Substitutionsbehandlung im Klimakterium (Gynäkologische Endokrinologie)	390		
	<i>Thomas Strowitzki, Vanadin Seifert-Klauss</i>			
8	Genetik	406		
8.1	Hämochromatose (Genetik)	406	8.4	Multiple endokrine Neoplasie Typ 2 (Genetik)
	<i>Andreas Schäffler</i>			<i>Friedhelm Raue, Karin Frank-Raue</i>
8.2	Autoimmunes polyglanduläres Syndrom (Genetik)	408	8.5	McCune-Albright-Syndrom (Genetik) ..
	<i>Klaus Badenhop</i>			<i>Sven Schinner, Joachim Feldkamp</i>
8.3	Multiple endokrine Neoplasie Typ 1/4 (Genetik)	413	8.6	MODY
	<i>Ludwig Schaaf</i>			<i>Wolfram Karges</i>
9	Neuroendokrine Neoplasien (NEN)	430		
9.1	Pathologische Diagnostik und Klassifikation (NET)	430	9.3	PET/CT-Diagnostik und peptidvermittelte Radiorezeptortherapie (NET)
	<i>Martin Anlauf</i>			<i>Thomas Langbein, Richard P. Baum</i>
9.2	Labordiagnostik, Funktionalität und Therapie der funktionellen Syndrome (NET)	432	9.4	Neuroendokrine Neoplasien des Bronchialtrakts
	<i>Christine Spitzweg, Matthias Weber</i>			<i>Christian Grohé, Sylke Kurz</i>
			9.5	Neuroendokrine Neoplasien des Magens und Duodenums
				<i>Christian Fottner</i>

9.6	NEN des Pankreas 447 <i>Harald Lahner</i>	9.9	Nachsorge von NEN 461 <i>Ulrich-Frank Pape</i>
9.7	NEN des Dünndarmes 452 <i>Anja Rinke</i>	9.10	NEC G3/NET G3 466 <i>Patricia Grabowski</i>
9.8	NEN des Kolons und Rektums 457 <i>Christoph Josef Auernhammer</i>		
10	Diabetes mellitus/Adipositas 472		
10.1	Bildgebende Diagnostik – Ultraschalldiagnostik der Leber (Diabetes mellitus/Adipositas) 472 <i>Andreas Birkenfeld</i>	10.9	Diabetische Neuropathie und diabeti- sches Fußsyndrom (Komplikationen des Diabetes mellitus) 505 <i>Jan Benedikt Gröner</i>
10.2	Bildgebende Diagnostik – Ultraschallelastografie (Diabetes mellitus/Adipositas) 473 <i>Andreas Birkenfeld</i>	10.10	Diabetische Nephropathie (Komplika- tionen des Diabetes mellitus) 512 <i>Jan Benedikt Gröner</i>
10.3	Bildgebende Diagnostik – Dual-Röntgen-Absorptiometrie (Diabetes mellitus/Adipositas) 474 <i>Andreas Birkenfeld</i>	10.11	Diabetische Retinopathie (Komplika- tionen des Diabetes mellitus) 515 <i>Jan Benedikt Gröner</i>
10.4	Labordiagnostik (Diabetes mellitus) ... 475 <i>Knut Mai</i>	10.12	Adipositas im Erwachsenenalter 518 <i>Michael Roden, Matthias Blüher</i>
10.5	Diabetes mellitus Typ 1 478 <i>Olga Kordonouri, Thomas Danne</i>	10.13	Adipositas bei Kindern und Jugendlichen 523 <i>Martin Wabitsch</i>
10.6	Diabetes mellitus Typ 2 484 <i>Reiner Jümpertz-von Schwartzberg, Joachim Spranger</i>	10.14	Adipositaschirurgie 528 <i>Rudolf Weiner</i>
10.7	Metabolisches Syndrom (Diabetes mellitus/Adipositas) 494 <i>Jochen Seufert</i>	10.15	Angeborene Störungen und Besonderheiten in der Pädiatrie (Diabetes mellitus) 530 <i>Susanne Bechtold-Dalla Pozza, Klemens Raile</i>
10.8	Gestationsdiabetes mellitus 498 <i>Jochen Seißler, Helmut Kleinwechter</i>		
11	Stoffwechselerkrankungen 538		
11.1	Fettstoffwechselstörungen 538 <i>Anja Vogt</i>	11.4	Morbus Wilson (Stoffwechselerkrankungen) 550 <i>Martin Merkel</i>
11.2	Porphyrien (Stoffwechselerkrankungen) 543 <i>Michael Faust</i>	11.5	Glykogenosen (Stoffwechselerkrankungen) 552 <i>Martin Merkel</i>
11.3	Hereditäre Hämochromatose (Stoffwechselerkrankungen) 546 <i>Martin Merkel</i>	11.6	Erkrankungen des Aminosäurestoff- wechsels 555 <i>Stephan vom Dahl, David Schöler, Dieter Häussinger</i>

12	Leitsymptome	562			
12.1	Alopezie (Leitsymptome)	562	12.2	Hyperhidrose (Leitsymptome)	571
	<i>Susanne Reger-Tan</i>			<i>Bettina Stamm</i>	
13	Hormontherapie	576			
13.1	Glukokortikoidtherapie (Hormontherapie)	576	13.8	Endokrinologische Aspekte bei einer Lithiumtherapie (Hormontherapie)	600
	<i>Andreas Barthel</i>			<i>Matthias Auer, Günther Karl Stalla</i>	
13.2	Anabolika (Hormontherapie)	578	13.9	Endokrinologische Folgen von Tumorthérapien inkl. Fertilitätserhalt (Hormontherapie)	602
	<i>Wilhelm Bloch</i>			<i>Ralf Dittrich, Laura Lotz, Frank-Michael Köhn</i>	
13.3	Intensivpatienten (Hormontherapie) ..	582	13.10	Anorexia nervosa, Bulimie (Hormontherapie)	606
	<i>Matthias Angstwurm</i>			<i>Matthias Auer, Günther Karl Stalla</i>	
13.4	Hormonveränderungen bei Niereninsuffizienz (Hormontherapie)	587	13.11	Nebennierenrindenkrise (Notfälle in der Endokrinologie)	612
	<i>Walter Reinhardt</i>			<i>Jochen Schopohl</i>	
13.5	Hormonveränderungen bei Leberzirrhose (Hormontherapie)	591	13.12	Hypothyreote Krise (Notfälle in der Endokrinologie)	614
	<i>Karsten Müssig</i>			<i>Jochen Schopohl</i>	
13.6	Endokrinologische Aspekte im Zusammenhang mit der psychiatrischen Erkrankung (Hormontherapie)	593	13.13	Thyreotoxische Krise (Notfälle in der Endokrinologie)	616
	<i>Matthias Auer, Günther Karl Stalla</i>			<i>Jochen Schopohl</i>	
13.7	Endokrinologische Aspekte bei der Therapie mit Antidepressiva/Neuroleptika (Hormontherapie)	596			
	<i>Matthias Auer, Günther Karl Stalla</i>				
14	Labordiagnostik	622			
14.1	Grundlagen der endokrinologischen Labordiagnostik: Präanalytik, Analytik und Qualitätssicherung	622	14.2	Funktionstests in der Endokrinologie ..	626
	<i>Martin Bidlingmaier</i>			<i>Michael Droste</i>	
15	Abkürzungsverzeichnis	640			
	Sachverzeichnis	642			

Anschriften

Herausgeber

Prof. Dr. med. Sven **Diederich**
Innere Medizin, Endokrinologie,
Andrologie, Diabetologie (DDG)
MEDICOVER Berlin-Mitte MVZ
Hausvogteiplatz 3-4
10117 Berlin

PD Dr. med. Joachim **Feldkamp**
Klinikum Bielefeld Mitte
Klinik für Allgemeine Innere Medizin,
Endokrinologie, Diabetologie, Infektiologie
Teutoburger Str. 50
33604 Bielefeld

Prof. Dr. Martin **Grußendorf**
Am Steig 11
87642 Halblech

Prof. Dr. med. Martin **Reincke**
Klinikum der Universität München
Medizinische Klinik und Poliklinik IV
Ziemssenstr. 1
80336 München

Mitarbeiter

PD Dr. med. Matthias **Angstwurm**
Klinikum der Universität München
Medizinische Klinik und Poliklinik IV
Ziemssenstr. 1
80336 München

Prof. Dr. med. Martin **Anlauf**
St. Vincenz Krankenhaus Limburg
Überregionales MVZ für Pathologie,
Zytologie und Molekularpathologie
Auf dem Schafsberg 1
65549 Limburg

Dr. med. Matthias **Auer**
Klinikum der Universität München
Medizinische Klinik und Poliklinik IV
Ziemssenstr. 1
80336 München

Prof. Dr. med. Christoph Josef **Auernhammer**
Klinikum der Universität München,
Campus Großhadern
Medizinische Klinik und Poliklinik IV
Marchioninistrasse 15
81337 München

Prof. Dr. med. Klaus **Badenhoop**
Universitätsklinikum Frankfurt
Medizinische Klinik I
Schwerpunkt Endokrinologie, Diabetologie,
Ernährungsmedizin
Theodor-Stern-Kai 7
60596 Frankfurt am Main

Dr. Yoon Ju **Bae**
Universitätsklinikum Leipzig
Institut für Laboratoriumsmedizin,
Klinische Chemie und Molekulare Diagnostik
Paul-List-Str. 13-15
04103 Leipzig

Prof. Dr. med. Andreas **Barthel**
Medicover Bochum MVZ
Universitätsstr. 48
44789 Bochum

Prof. Dr. med. Richard P. **Baum**
Theranosticum Frankfurt-Wiesbaden
Aukammallee 33
65191 Wiesbaden

Prof. Dr. med. Susanne **Bechtold-Dalla Pozza**
Klinikum der Universität München
Kinderklinik und Kinderpoliklinik im
Dr. von Haunerschen Kinderspital
Abteilung für Pädiatrische Endokrinologie
Lindwurmstr. 4
80337 München

Univ.-Prof. Dr. med. Hermann M. **Behre**
Universitätsklinikum Halle (Saale)
Zentrum für Reproduktionsmedizin
und Andrologie
Ernst-Grube-Str. 40
06120 Halle (Saale)

Prof. Dr. med. Felix **Beuschlein**
UniversitätsSpital Zürich
Klinik für Endokrinologie,
Diabetologie und Klinische Ernährung
Rämistrasse 100
8091 Zürich
Schweiz

Dr. med. Martin **Bidlingmaier**
Klinikum der Universität München
Medizinische Klinik und Poliklinik IV
Endokrinologisches Labor
Ziemssenstr. 1
80336 München

Prof. Dr. med. Gerhard **Binder**
 Universitätsklinikum Tübingen
 Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Ambulanz für Hormon- und Wachstumsstörungen
 Hoppe-Seyler-Str. 1
 72076 Tübingen

Prof. Dr. med. Andreas **Birkenfeld**
 Universitätsklinikum Tübingen
 Innere Medizin IV
 Klinik für Diabetologie, Endokrinologie, Nephrologie
 Otfried-Müller-Str. 10
 72076 Tübingen

Prof. Dr. med. Wilhelm **Bloch**
 Deutsche Sporthochschule Köln
 Kreislaufforschung und Sportmedizin
 Am Sportpark Müngersdorf 6
 50933 Köln

Prof. Dr. med. Matthias **Blüher**
 Universitätsklinikum Leipzig
 Klinik und Poliklinik für Endokrinologie und Nephrologie
 Medizinisches Forschungszentrum
 IFB AdipositasErkrankungen
 Liebigstr. 21
 04103 Leipzig

Prof. Dr. med. Jörg **Bojunga**
 Universitätsklinikum Frankfurt
 Medizinische Klinik I
 Schwerpunkt Endokrinologie, Diabetologie,
 Ernährungsmedizin
 Theodor-Stern-Kai 7
 60596 Frankfurt

Prof. Dr. med. Stefan **Bornstein**
 Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
 Medizinische Klinik und Poliklinik III
 Fetscherstr. 74
 01307 Dresden

PD Dr. med. Bettina **Böttcher**
 Medizinische Universität Innsbruck
 Universitätsklinik für Gynäkologische Endokrinologie
 und Reproduktionsmedizin
 Department Frauenheilkunde
 Anichstraße 35
 6020 Innsbruck
 Österreich

Prof. Dr. med. Michael **Buchfelder**
 Universität Erlangen-Nürnberg
 Neurochirurgische Klinik
 Schwabachanlage 6
 91054 Erlangen

PD Dr. med. Tina **Buchholz**
 Zentrum für Reproduktionsgenetik
 Praxis für Gynäkologie und Genetik
 Pfarrstr. 14
 80538 München

Prof. Dr. Thomas **Danne**
 AUF DER BULT
 Kinder- und Jugendkrankenhaus
 Janusz-Korczak-Allee 12
 30173 Hannover

PD Dr. med. Timo **Deutschbein**
 Medicovert Oldenburg MVZ
 Elisenstr. 12
 26122 Oldenburg
 früher
 Universitätsklinikum Würzburg
 Medizinische Klinik und Poliklinik I
 Endokrinologie und Diabetologie
 Oberdürrbacher Str. 6
 97080 Würzburg

Prof. Dr. rer. nat. Ralf **Dittrich**
 Universitätsklinikum Erlangen
 Frauenklinik
 IVF- und Endokrinologisches Labor
 Universitätsstr. 21-23
 91054 Erlangen

Dr. med. Michael **Droste**
 Medicovert Oldenburg MVZ
 Elisenstr. 12
 26122 Oldenburg

Prof. Dr. med. Anja **Eckstein**
 Universitätsklinikum Essen (AöR)
 Klinik für Augenheilkunde
 Hufelandstr. 55
 45147 Essen

Dr. med. Pedram **Emami**
 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)
 Klinik für Neurochirurgie
 Martinistr. 52
 20246 Hamburg

Dr. med. Christine **Fahlbusch**
 Universitätsklinikum Erlangen
 Frauenklinik
 Universitätsstr. 21-23
 91054 Erlangen

Prof. Dr. Dirk **Fahlenkamp**
 MEDICOVERT Berlin-Mitte MVZ
 Hausvogteiplatz 3-4
 10117 Berlin

Anschriften

Prof. Dr. med. Walter Josef **Fassbender**
medica medizinische Laboratorien
Dr. F. Käppeli AG
Wolfbachstrasse 17
8032 Zürich
Schweiz

Prof. Dr. med. Martin **Fassnacht**
Universitätsklinikum Würzburg
Medizinische Klinik und Poliklinik I
Schwerpunkt Endokrinologie und Diabetologie
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg

Dr. med. Michael **Faust**
Universitätsklinikum Köln
Poliklinik für Endokrinologie,
Diabetologie und Präventivmedizin
Kerpener Str. 62
50937 Köln

PD Dr. med. habil. Wiebke Kristin **Fenske**
Universitätsklinikum Leipzig
Klinik und Poliklinik für Endokrinologie und Nephrologie
Medizinisches Forschungszentrum
IFB AdipositasErkrankungen
Liebigstr. 21
04103 Leipzig

Prof. Dr. med. Jörg **Flitsch**
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)
Klinik für Neurochirurgie
Martinistr. 52
20251 Hamburg

PD Dr. med. Christian **Fottner**
Universitätsmedizin Mainz
I. Medizinische Klinik und Poliklinik
Langenbeckstr. 1
55131 Mainz

Prof. Dr. med. Karin **Frank-Raue**
Fachärztliche Gemeinschaftspraxis
Endokrinologie, Diabetologie und Nuklearmedizin
Brückenstr. 21
69120 Heidelberg

Prof. Dr. Dr. Dagmar **Führer**
Universitätsklinikum Essen (AÖR)
Klinik für Endokrinologie,
Diabetologie und Stoffwechsel
Hufelandstr. 55
45147 Essen

Prof. Dr. med. Dr. h. c. Peter E **Goretzki**
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Allgemeine und Transplantationschirurgie
Chariteplatz 1
10117 Berlin

PD Dr. med. Patricia **Grabowski**
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Charité Campus Virchow-Klinikum
Institut für Medizinische Immunologie
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. Christian **Grohé**
Evangelische Lungenklinik Berlin
Klinik für Pneumologie
Lindenberger Weg 27
13125 Berlin

Dr. med. Jan Benedikt **Gröner**
Medicover Neuroendokrinologie München
Prof. Stalla und Kollegen
Orleansplatz 3
81667 München

Prof. Dr. med. Frank **Grünwald**
Universitätsklinikum Frankfurt
Klinik für Nuklearmedizin
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt

Prof. Dr. med. Stefanie **Hahner**
Universitätsklinikum Würzburg
Medizinische Klinik und Poliklinik I
Endokrinologie und Diabetologie
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg

Prof. Dr. med. Dieter **Häussinger**
Universitätsklinikum Düsseldorf
Klinik für Gastroenterologie,
Hepatologie und Infektiologie
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf

Prof. Dr. med. Sabine **Heger**
AUF DER BULT
Kinder- und Jugendkrankenhaus
Janusz-Korczak-Allee 12
30173 Hannover

Prof. Dr. med. Johannes **Hensen**
endokrinologikum Hannover
Rundestr. 10
30161 Hannover

Prof. Dr. med. Lorenz C. **Hofbauer**
 Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
 Medizinische Klinik und Poliklinik III
 Bereich Endokrinologie/ Diabetes/
 Knochenstoffwechselerkrankungen
 Fetscherstr. 74
 01307 Dresden

Prof. Dr. med. Paul Martin **Holterhus**
 Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
 Klinik für Kinder- und Jugendmedizin I
 Arnold-Heller-Straße 3
 24105 Kiel

Prof. Dr. med. Jürgen **Honegger**
 Universitätsklinikum Tübingen
 Klinik für Neurochirurgie
 Hoppe-Seyler-Str. 3
 72076 Tübingen

PD Dr. med. Heike **Hoyer-Kuhn**
 Universitätsklinikum Köln
 Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Kerpener Str. 62
 50937 Köln

Prof. Dr. med. Peter M. **Jehle**
 Ev. KKH Paul Gerhardt Stift
 Klinik für Innere Medizin I
 Paul-Gerhardt-Str. 42-45
 06886 Lutherstadt Wittenberg

Dr. med. Reiner **Jumpertz-von Schwartzberg**
 Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Klinik für Endokrinologie,
 Stoffwechsel- und Ernährungsmedizin
 Chariteplatz 1
 10117 Berlin

PD Dr. med. Clemens **Kamrath**
 Universitätsklinikum Gießen
 Abteilung Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie
 Feulgenstr. 10–12
 35392 Gießen

Prof. Dr. med. Wolfram **Karges**
 Uniklinik RWTH Aachen
 Medizinische Klinik III
 Sektion Endokrinologie und Diabetologie
 Pauwelsstr. 30
 52074 Aachen

Dr. med. Tina **Kienitz**
 Endokrinologie in Charlottenburg
 Stuttgarter Platz 1
 10627 Berlin

Prof. Dr. med. Wieland **Kieß**
 Universitätsklinikum Leipzig
 Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Liebigstr. 20a, Haus 6
 04103 Leipzig

Dr. med. Helmut **Kleinwechter**
 c/o diabetologikum kiel
 Diabetesschwerpunktpraxis und Schulungszentrum
 Alter Markt 11
 24103 Kiel

Prof. Dr. med. Sabine **Kliesch**
 Universitätsklinikum Münster
 Centrum für Reproduktionsmedizin und Andrologie
 Abteilung für Klinische und Operative Andrologie
 Domagkstr. 11
 48149 Münster

PD Dr. med. Ulrich J. **Knappe**
 Universitätsklinikum der RUB
 Johannes Wesling Klinikum
 Klinik für Neurochirurgie
 Hans-Nolte-Str. 1
 32429 Minden

Prof. Dr. med. habil. Christian A. **Koch**, FACP, MACE
 Department of Medicine, Director, Endocrinology
 Fox Chase Cancer Center
 333 Cottman Avenue
 PA 19111 Philadelphia
 USA
 und
 The University of Tennessee Health Science Center
 Department of Medicine/Endocrinology
 956 Court Ave
 TN 38163 Memphis
 USA

Prof. Dr. med. Frank-Michael **Köhn**
 Andrologicum München
 Burgstr. 7
 80331 München

PD Dr. med. Friederike **Körber**
 Universitätsklinikum Köln
 Kinder- und Jugendradiologie
 Kerpener Str. 62
 50937 Köln

Prof. Dr. med. Olga **Kordonouri**
 AUF DER BULT
 Kinder- und Jugendkrankenhaus
 Janusz-Korczak-Allee 12
 30173 Hannover

Prof. Dr. rer. nat. Jürgen **Kratzsch**
Universitätsklinikum Leipzig
Institut für Laboratoriumsmedizin,
Klinische Chemie und Molekulare Diagnostik
Paul-List-Str. 13–15
04103 Leipzig

PD Dr. Dr. med. Matthias **Kroiß**
Universitätsklinik Würzburg
Medizinische Klinik und Poliklinik I
Schwerpunkt Endokrinologie und Diabetologie
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg

Prof. Dr. med. Patric **Kröpil**
BG Klinikum Duisburg gGmbH
Klinik für Radiologie
Großenbaumer Allee 250
47249 Duisburg

Prof. Dr. med. Heiko **Krude**
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Institut für Experimentelle Pädiatrische Endokrinologie
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Dr. med. Sylke **Kurz**
Evangelische Lungenklinik Berlin
Klinik für Pneumologie
Lindenberger Weg 27
13125 Berlin

Dr. med. Harald **Lahner**
Universitätsklinikum Essen (AöR)
Klinik für Endokrinologie, Diabetologie und Stoffwechsel
Hufelandstr. 55
45147 Essen

PD Dr. med. Christof **Land**
Praxis für Kinderendokrinologie und Diabetologie
Starnberger Str. 22
82131 Gauting

Thomas **Langbein**
TUM Klinikum rechts der Isar
Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin
Ismaninger Str. 22
81675 München

Dr. med. Laura **Lotz**
Universitätsklinikum Erlangen
Frauenklinik
Universitätsstr. 21–23
91054 Erlangen

Prof. Dr. med. Michael **Ludwig**
Praxis für Frauengesundheit
Harburger Str. 1
29640 Schneverdingen

Prof. Dr. med. Markus **Luster**
Universtiätsklinikum Marburg
Klinik für Nuklearmedizin
Baldingerstr. 1
35043 Marburg

Prof. Dr. med. Knut **Mai**
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Endokrinologie,
Stoffwechsel- und Ernährungsmedizin
Chariteplatz 1
10117 Berlin

PD Dr. med. Burkhard **Manfras**
Medicover Ulm MVZ
Münsterplatz 6
89073 Ulm

Prof. Dr. med. Martin **Merkel**
endokrinologikum Hamburg
Lornsenstr. 4–6
22767 Hamburg

Dr. med. Bernd **Meyenburg**
Universitätsklinikum Frankfurt
Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie,
Psychosomatik und Psychotherapie
Deutschordenstr. 50
60528 Frankfurt

Prof. Dr. med. Lars **Möller**
Universitätsklinikum Essen (AöR)
Klinik für Endokrinologie, Diabetologie und Stoffwechsel
Hufelandstr. 55
45147 Essen

Prof. Dr. med. Karsten **Müssig**
Niels-Stensen-Kliniken
Franziskus-Hospital Harderberg
Klinik für Innere Medizin
Alte Rothenfelder Str. 23
49124 Georgsmarienhütte

PD Dr. med. Patricia G. **Oppelt**
Universitätsklinikum Erlangen
Frauenklinik
Universitätsstr. 21–23
91054 Erlangen

Dr. med. Ulrich-Frank **Pape**
 Asklepios Klinik St. Georg
 Innere Medizin und Gastroenterologie
 Clohmühlenstr. 5
 20099 Hamburg

Prof. Dr. med. Stephan **Petersenn**
 ENDOC
 Praxis für Endokrinologie
 Erik-Blumenfeld-Platz 27A
 22587 Hamburg

Prof. Dr. med. Roland **Pfäffle**
 Universitätsklinikum Leipzig
 Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Abteilung Pädiatrische Endokrinologie
 Liebigstr. 20a, Haus 6
 04103 Leipzig

Prof. Dr. med. Gabriele **Pöpperl**
 Katharinenhospital
 Klinik für Nuklearmedizin
 Kriegsbergstr. 60
 70174 Stuttgart

Prof. Dr. med. Marcus **Quinkler**
 Endokrinologiepraxis
 am Stuttgarter Platz
 Stuttgarter Platz 1
 10627 Berlin

Prof. Dr. med. Klemens **Raile**
 Charite – Universitätsmedizin Berlin
 Klinik für Pädiatrie
 Schwerpunkt Endokrinologie und Diabetologie
 Augustenburger Platz 1
 13353 Berlin

Prof. Dr. med. Friedhelm **Raue**
 Fachärztliche Gemeinschaftspraxis
 Endokrinologie, Diabetologie und Nuklearmedizin
 Brückenstr. 21
 69120 Heidelberg

Prof. Dr. med. Nada **Rayes**
 Universitätsklinikum Leipzig
 Klinik und Poliklinik für Viszeral-,
 Transplantations-, Thorax- und Gefäßchirurgie
 Liebigstr. 20, Haus 4
 04103 Leipzig

PD Dr. med. Susanne **Reger-Tan**
 Universitätsklinikum Essen (AöR)
 Klinik für Endokrinologie, Diabetologie und Stoffwechsel
 Hufelandstr. 55
 45147 Essen

PD Dr. med. Walter **Reinhardt**
 Universitätsklinikum Essen (AöR)
 Klinik für Nephrologie
 Hufelandstr. 55
 45122 Essen

Prof. Dr. med. Nicole **Reisch**
 Klinikum der Universität München
 Medizinische Klinik und Poliklinik IV
 Ziemssenstr. 1
 80336 München

Prof. Dr. med. Annette **Richter-Unruh**
 Klinikum der Ruhr-Universität Bochum
 Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Sektion Kinderendokrinologie und Diabetologie
 Alexandrinenstr. 5
 4491 Bochum

PD Dr. med. Anja **Rinke**
 Universitätsklinikum Marburg
 Gastroenterologie, Endokrinologie,
 Stoffwechsel und klinische Infektiologie
 NET-Zentrum
 Baldingerstr. 1
 35043 Marburg

Prof. Dr. med. univ. Michael **Roden**
 Universitätsklinikum Düsseldorf
 Klinik für Endokrinologie und Diabetologie
 Deutsches Diabetes-Zentrum (DDZ)
 Auf'm Hennekamp 65
 40225 Düsseldorf

PD Dr. med. Julia **Rohayem**
 Universitätsklinikum Münster
 Centrum für Reproduktionsmedizin und Andrologie
 Abteilung für Klinische und Operative Andrologie
 Domagkstr. 11
 48149 Münster

Dr. med. Alexander **Sahi**
 Urologie am Ring
 Kaiser-Wilhelm-Ring 36
 50672 Köln

Prof. Dr. med. Ludwig **Schaaf**
 München Klinik Schwabing
 Klinik für Endokrinologie und Diabetologie
 Kölner Platz 1
 80804 München

Prof. Dr. med. Andreas **Schäffler**
 Universitätsklinikum Gießen
 Medizinische Klinik und Poliklinik III
 Klinikstr. 33
 35392 Gießen

Dr. med. habil. Stephan **Scharla**
Praxis für Innere Medizin
und Endokrinologie/Diabetologie
Salinenstr. 8
83435 Bad Reichenhall

Prof. Dr. med. Sven **Schinner**
Praxis für Innere Medizin,
Endokrinologie und Diabetologie
Bonner Talweg 61
53113 Bonn

Dr. med. Sven-Martin **Schlaffer**
Universitätsklinikum Erlangen
Neurochirurgische Klinik
Schwabachanlage 6
91054 Erlangen

Prof. Dr. med. Kurt Werner **Schmid**
Universitätsklinikum Essen (AÖR)
Institut für Pathologie
Hufelandstr. 55
45147 Essen

Prof. Dr. med. Christof **Schöfl**
Endokrinologie im Zentrum
Facharztpraxis für Hormon- und
Stoffwechselerkrankungen
Obstmarkt 1
96047 Bamberg

Dr. med. David **Schöler**
Universitätsklinikum Düsseldorf
Klinik für Gastroenterologie,
Hepatology und Infektiologie
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf

Prof. Dr. med. Eckhard **Schönau**
Universitätsklinikum Köln
Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Prof. Dr. med. Jochen **Schopohl**
Klinikum der Universität München
Medizinische Klinik und Poliklinik IV
Ziemssenstr. 1
80336 München

Prof. Dr. med. Matthias **Schott**
Universitätsklinikum Düsseldorf
Klinik für Endokrinologie und Diabetologie
FB Spezielle Endokrinologie
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf

Dr. med. Maria **Schubert**
Universitätsklinikum Münster
Centrum für Reproduktionsmedizin und Andrologie
Abteilung für Klinische und Operative Andrologie
Domagkstr. 11
48149 Münster

Prof. Dr. med. Hans-Christian **Schuppe**
Universitätsklinikum Gießen
Klinik und Poliklinik für Urologie,
Kinderurologie und Andrologie
Sektion Konservative Andrologie/Kryobank
Gaffkystr. 14
35392 Gießen

Prof. Dr. med. Vanadin **Seifert-Klauss**
TUM Klinikum rechts der Isar
Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde
Ismaninger Str. 22
81675 München

Prof. Dr. med. Jochen **Seißler**
Klinikum der Universität München
Medizinische Klinik und Poliklinik IV
Ziemssenstr. 1
80336 München

PD Dr. Jörg Oliver **Semler**
Universitätsklinikum Köln
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Zentrum für Seltene Skeletterkrankungen im
Kindes- und Jugendalter
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Prof. Dr. med. Jochen **Seufert**
Universitätsklinikum Freiburg
Klinik für Innere Medizin II
Endokrinologie und Diabetologie
Hugstetter Str. 55
79106 Freiburg im Breisgau

Prof. Dr. med. Heide **Siggelkow**
MVZ Endokrinologikum Göttingen
Von-Siebold-Str. 3
37075 Göttingen
und
Universitätsmedizin Göttingen
Klinik für Gastroenterologie und Endokrinologie
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Prof. Dr. med. Christine **Spitzweg**
 LMU Klinikum
 Medizinische Klinik und Poliklinik IV
 Campus Großhadern
 Marchioninstr. 15
 81337 München

Prof. Dr. med. Joachim **Spranger**
 Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Klinik für Endokrinologie,
 Stoffwechsel- und Ernährungsmedizin
 Chariteplatz 1
 10117 Berlin

Prof. Dr. med. Günter Karl **Stalla**
 Medicover Neuroendokrinologie
 Orleansplatz 3
 81667 München

Dr. med. Bettina **Stamm**
 Medicover Saarbrücken MVZ
 Faktoreistr. 4
 66111 Saarbrücken

Prof. Dr. med. Christian J. **Strasburger**
 Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Klinik für Endokrinologie,
 Stoffwechsel- und Ernährungsmedizin
 Chariteplatz 1
 10117 Berlin

Prof. Dr. med. Thomas **Strowitzki**
 Universitätsklinikum Heidelberg
 Frauenklinik
 Abteilung für Gynäkologische Endokrinologie und
 Fertilitätsstörungen
 Im Neuenheimer Feld 440
 69120 Heidelberg

Dr. med. Ulla **Stumpf**
 Klinikum der Universität LMU
 Klinik für Allgemeine, Unfall- und
 Wiederherstellungschirurgie
 Campus Innenstadt
 Nussbaumstr. 20
 80336 München

PD Dr. med. Elena **Tsourdî**
 Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
 Medizinische Klinik und Poliklinik III
 Bereich Endokrinologie/Diabetes/
 Knochenstoffwechselerkrankungen
 Fetscherstr. 74
 01307 Dresden

Prof. Dr. Dr. med. Frederik **Verburg**
 Erasmus MC
 Abteilung für Radiologie und Nuklearmedizin
 Dr. Molewaterplein 40
 3514 GD Rotterdam
 Niederlande

Dr. med. Anja **Vogt**
 Klinikum der Universität München
 Medizinische Klinik und Poliklinik IV
 Ziemssenstr. 1
 80336 München

Prof. Dr. med. Stephan **vom Dahl**
 Universitätsklinikum Düsseldorf
 Klinik für Gastroenterologie,
 Hepatologie und Infektiologie
 Moorenstr. 5
 40225 Düsseldorf

Prof. Dr. med. Martin **Wabitsch**
 Universitätsklinikum Ulm
 Kinder- und Jugendmedizin
 Sektion Pädiatrische Endokrinologie und Diabetologie
 Eythstr. 24
 89075 Ulm

Prof. Dr. med. Matthias M. **Weber**
 Universitätsmedizin Mainz
 I. Medizinische Klinik und Poliklinik
 Schwerpunkt Endokrinologie und
 Stoffwechselerkrankungen
 Langenbeckstr. 1
 55131 Mainz

Prof. Dr. med. Rudolf **Weiner**
 Sana Klinikum Offenbach GmbH
 Klinik für Adipositaschirurgie
 Starkenburgring 66
 63069 Offenbach

Prof. Dr. med. Ludwig **Wildt**
 Medizinische Universität Innsbruck
 Universitätsklinik für Gynäkologische Endokrinologie
 und Reproduktionsmedizin
 Department Frauenheilkunde
 Anichstraße 35
 6020 Innsbruck
 Österreich

Prof. Dr. med. Holger S. **Willenberg**
 Universitätsmedizin Rostock
 Zentrum Innere Medizin
 Sektion Endokrinologie und Stoffwechselerkrankungen
 Ernst-Heydemann-Str. 6
 18057 Rostock

Anschriften

Prof. Dr. med. Joachim **Wölfle**
Universitätsklinikum Erlangen
Klinik für Kinder und Jugendliche
Loschgestr. 15
91054 Erlangen

Prof. Dr. med. Stefan A. **Wudy**
Justus-Liebig-Universität Gießen
Zentrum für Kinderheilkunde und Jugendmedizin
Pädiatrische Endokrinologie, Diabetologie u. Adipositas
Feulgenstr. 12
35392 Gießen

Dr. med. Achim **Wüsthof**
endokrinologikum Hamburg
Lornsenstr. 4–6
22767 Hamburg

Prof. Dr. med. Michael **Zitzmann**
Universitätsklinikum Münster
Centrum für Reproduktionsmedizin und Andrologie
Abteilung für Klinische und Operative Andrologie
Domagkstr. 11
48149 Münster

1 Hypothalamus und Hypophyse

1.1 Bildgebende Diagnostik (Hypothalamus und Hypophyse)

Sven-Martin Schlaffer, Michael Buchfelder

1.1.1 Steckbrief

In der bildgebenden Diagnostik des Hypothalamus und der Hypophyse sowie deren pathologischen Veränderungen ist die (Hochfeld-)Magnetresonanztomografie die Untersuchungstechnik der Wahl. Diese erlaubt in freiwählbaren Ebenen, mit unterschiedlichen Sequenzen und hoher Auflösung, eine detaillierte Einordnung pathologischer Veränderungen. Die MR-Bildgebung dient nicht nur der initialen Diagnostik, sondern auch der Kontrolle von Therapieverfahren im Intervall. Alle weiteren bildgebenden Verfahren, insbesondere die CT-Bildgebung, können eingesetzt werden, wenn additive Fragestellungen in der Differenzialdiagnostik auftreten oder eine MR-Bildgebung nicht durchführbar ist. Grundsätzlich sollte die Interpretation der bildgebenden Diagnostik, vor allem in Hinblick auf therapeutische Entscheidungen, nur in Kenntnis des klinischen Krankheitsbildes und der endokrinologischen Diagnostik erfolgen.

1.1.2 Aktuelles

- Die Hochfeld-MR-Bildgebung erlaubt eine gute Darstellung der Strukturen innerhalb des Sinus cavernosus und eine Abschätzung, ob ein Tumor umschrieben oder invasiv gewachsen ist.
- In der bildgebenden Diagnostik eines endokrinologisch diagnostizierten Morbus Cushing haben die Weiterentwicklungen der Hochfeld-MR-Bildgebung (3-Tesla-MRT), neue MR-Protokolle sowie PET-Untersuchungen die Rate nicht detektierter Mikroadenome deutlich vermindert, wenngleich trotz aller Untersuchungstechniken nicht in allen Fällen ein Mikroadenom visualisiert werden kann.

1.1.3 Synonyme

- Bildgebung
- bildgebende Verfahren

1.1.4 Definition

- Ein standardisiertes MR-Protokoll beinhaltet dünn-schichtige (2 mm Abstand) T2- und T1-gewichtete TSE-Sequenzen (TSE: Turbo-Spin-Echo) vor und nach Kontrastmittelgabe in mindestens koronarer und sagittaler Schichtführung durch die Hypophyse bzw. den Hypothalamus. Insbesondere bei der koronaren Ausrichtung ist zwecks der Vergleichbarkeit serieller Untersuchun-

gen auf eine korrekte Ausrichtung zu achten: senkrechte Schnittführung auf einer Linie zwischen dem vorderen und dem hinteren, unteren Anteil des Corpus callosum.

- Additiv können eine MRA zur Diagnostik von perisellären Gefäßmalformationen oder sog. dynamische Sequenzen (koronare T1-Sequenzen während der Kontrastmittelapplikation) zur Diagnostik von Mikroadenomen durchgeführt werden.
- Manche Patienten bevorzugen aufgrund einer latenten Klaustrophobie eine Untersuchung in einem Niederfeld-MR-Gerät (Feldstärke bis max. 0,5 Tesla). Die Qualität dieser MR-Diagnostik ist jedoch schlechter, sodass die Interpretation bei unklaren Prozessen deutlich erschwert wird bzw. kleine Mikroadenome nicht direkt nachgewiesen werden können.
- Sofern eine CT-Diagnostik durchgeführt werden muss, sollte diese in Dünnschichttechnik (max. 1 mm Schichtdicke) und, um eine Rekonstruktion zu ermöglichen, in koronarer und sagittaler Ebene erfolgen.

1.1.5 Indikationen

- Die Indikation zur Durchführung einer bildgebenden Diagnostik variiert: Oft werden Prozesse des Hypothalamus bzw. der Hypophyse bei einer unspezifischen Beschwerdediagnostik (Kopfschmerzen) als Zufallsbefund diagnostiziert. Demgegenüber steht die gezielte Diagnostik bei jeder endokrinologisch gesicherten hormonellen Übersekretion (z. B. Wachstumshormonexzess, Hyperprolaktinämie), einer gesicherten hypophysären Partialinsuffizienz oder bei spezifischen neurologischen Ausfallerscheinungen (z. B. bitemporale Hemianopsie).
- Sofern bei einer orientierenden bildgebenden Diagnostik des Gehirns Veränderungen der Hypophyse bzw. des Hypothalamus nachgewiesen werden, muss sich eine zweite, spezifische bildgebende Diagnostik anschließen.
- Die MR-Diagnostik ist die bildgebende Methode der Wahl in der Diagnostik und zur Kontrolle des Verlaufs bzw. der Effektivität jeglicher therapeutischer Verfahren hypophysärer und hypothalamischer Prozesse.
- Die CT-Diagnostik kann bei der Diagnostik bzw. dem Verdacht von tumoralen Verkalkungen (z. B. bei einem Kraniopharyngeom) hilfreich sein und bei bestehenden Kontraindikationen für die MR-Diagnostik (s. u.) als Ersatz, wenngleich mit deutlich schlechterer Beurteilbarkeit, dienen.
- Die PET-Diagnostik kann bei der Diagnostik eines vermuteten Morbus Cushing eingesetzt werden, wenn es mittels MR-Diagnostik nicht möglich ist, ein Mikroadenom abzubilden.
- Die DSA kann entweder zur Diagnostik perisellärer Gefäßmalformationen oder additiv bei der endokrinologischen Diagnostik (sog. Sinus petrosus-Sampling) zur

Klärung der Genese eines Hyperkortisolismus helfen.
Cave: Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass nicht selten eine seitendifferente Drainage von Blut in die Sinus petrosus inferior erfolgt!

1.1.6 Kontraindikationen

- Aufgrund des Magnetfeldes sind Untersuchungen von Patienten mit Herzschrittmachern, Defibrillatoren oder ähnlichen Implantaten nur dann möglich, wenn ein MR-taugliches Aggregat verwendet wurde – auf den Implantat-Pass verweisen.
- Zwar kann die Dosis ionisierender Strahlung bei modernen CT-Geräten minimiert werden, dennoch sollte die Indikation zur Diagnostik insbesondere bei Kindern stets kritisch hinterfragt werden.

1.1.7 Anästhesie

- Sofern bei Patienten eine Klaustrophobie vorliegt und die Indikation dafür besteht, können Hochfeld-MR-Bildgebungen in entsprechenden Kliniken bzw. Abteilungen unter Analgosedierung oder Intubationsnarkose erfolgen.
- Bei Kindern sollte bis zu einem gewissen Alter die MR-Diagnostik ebenfalls in entsprechender Analgosedierung erfolgen.

1.1.8 Aufklärung und spezielle Risiken

- Die Aufklärung für die jeweilige bildgebende Diagnostik muss im Vorfeld erfolgen. Hierzu können standardisierte Aufklärungsbögen verwendet werden. Die möglichen allergischen Reaktionen vom Kontrastmittel sind, insbesondere bei der erstmaligen Gabe, hervorzuheben.
- Da die DSA eine invasive Diagnostik darstellt, muss hier eine eingehende Aufklärung erfolgen und sie sollte aufgrund der Komplexität der Prozedur nur in einem ausgewiesenen Zentrum durchgeführt werden.

1.1.9 Präoperative/präinterventionelle Diagnostik

- Grundsätzlich müssen vor invasiver Diagnostik (z. B. DSA, Sinus-petrosus-Sampling) alle nicht invasiven Diagnostika, ggf. auch mittels repetitiver MR-Bildgebung, in einem entsprechenden Zentrum erfolgen.

1.1.10 Material

- Aufgrund der höheren ortsständigen Auflösung der bildgebenden Diagnostik sind Hochfeld-MR-Diagnostik ($\geq 1,5$ Tesla) zu bevorzugen.
- Niederfeld-Geräte (0,1 bis 0,5 Tesla), die heutzutage als offene MR-Geräte i. d. R. für Patienten mit Klaustropho-

bie verwendet werden, können für eine orientierende Diagnostik eingesetzt werden.

- Je kleiner bzw. je unklarer der zu untersuchende Prozess ist, desto mehr empfiehlt sich eine Hochfeld-MR-Bildgebung – insbesondere für Therapieentscheidungen.

1.1.11 Durchführung

- CT/MRT: Nach Aufklärung und Anlage eines peripher venösen Zugangs werden entsprechend dem jeweiligen Protokoll die Sequenzen sequentiell durchgeführt.
- PET: Nach Applikation des Tracers werden in einem festen Untersuchungsintervall entsprechende Bilder akquiriert und mit einem CT-Datensatz fusioniert.
- DSA: Nach femoraler Punktion wird in Abhängigkeit des Ziels der Untersuchung entweder venös (S. petrosus-Sampling) oder arteriell (Gefäßmalformation) vorgegangen und der zu untersuchende Gefäßabschnitt sondiert. Bei V. a. eine Gefäßmalformation kann additiv zur anterior-posterioren bzw. seitlichen Diagnostik eine 3D-Rotationsangiografie zur genaueren Darstellung der Malformation erfolgen. Bei der Durchführung des S. petrosus-Samplings ist die Sondierung des S. petrosus inferior kritisch. Insbesondere sind seitentrennte Venogramme durchzuführen, um ggf. eine seitendifferente Drainage nachweisen zu können.

1.1.12 Mögliche Komplikationen

- Bei der intravenösen Applikation von Kontrastmittel können sowohl bei der MR- als auch bei der CT-Bildgebung allergische Reaktionen oder Paravasate auftreten.
- Bei der DSA muss über mögliche Komplikationen im Bereich der Einstichstelle (Ein-, Nachblutungen, Aneurysmen) aufgeklärt werden und darüber, dass aufgrund anatomischer Variationen eine selektive Sondierung des S. petrosus inferior nicht immer möglich ist!

1.1.13 Postoperatives Management

- Die Überwachung nach diagnostischen Maßnahmen ist entsprechend den Leitlinien der jeweiligen Fachgesellschaften durchzuführen. Hier sei die Bettruhe nach femoraler Angiografie bzw. nach MR-Bildgebung unter Sedierung bzw. Intubationsnarkose zu nennen, die bis zu 24 h nach Durchführung einzuhalten ist.
- Ganz allgemein gilt, dass bildgebende Kontrollen im frühen postoperativen Stadium stark Artefakt-belastet sind. Daher wird eine postoperative Kontrolle zur Abschätzung der Effektivität einer Operation etwa 2 bis 3 Monate nach einem Eingriff empfohlen.

1.1.14 Literatur zur weiteren Vertiefung

- [1] Bonneville JF, Bonneville F, Cattin F, Nagi S. MRI of the Pituitary Gland; Heidelberg: Springer; 2016
- [2] Buchfelder M, Schlaffer S. Imaging of pituitary pathology. In: Fliers E, Korbonsits M, Romijn JA. Handbook of Clinical Neurology Volume 124: Clinical Neuroendocrinology. Amsterdam: Elsevier; 2014: 151–166
- [3] Go JL, Rajamohan AG. Imaging of the Sella and Parasellar Region. Radiol Clin North Am 2017; 55: 83–101
- [4] Koulouri O, Steuwe A, Gillett D et al. A role for 11C-methionine PET imaging in ACTH-dependent Cushing's syndrome. Eur J Endocrinol 2015; 173: M107–M120
- [5] Vasilev V, Rostomyan L, Daly AF et al. Management of Endocrine Disease: Pituitary 'incidentaloma': neuroradiological assessment and differential diagnosis. Eur J Endocrinol 2016; 175: R171–R184

1.2 Labordiagnostik (Hypothalamus und Hypophyse)

Stephan Petersenn

1.2.1 Steckbrief

Bei entsprechendem klinischem Verdacht und/oder nachgewiesener Raumforderung der Hypophyse muss zum einen die Frage einer autonomen Hormonproduktion durch ein hormonaktives Hypophysenadenom geklärt, zum anderen eine Insuffizienz einzelner Hypophysenachsen ausgeschlossen werden. Zur Untersuchung der Hypophysenvorderlappenfunktion werden dabei Kortisol und Adrenokortikotropin (ACTH), Thyreotropin (TSH) und freies Thyroxin (ft_4), Prolaktin, Wachstumshormon und Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1), luteinisiertes Hormon (LH) und follikelstimulierendes Hormon (FSH) sowie abhängig vom Geschlecht Testosteron und Sexualhormonbindendes Globulin (SHBG) bzw. Östradiol und Progesteron gemessen. Die Hypophysenhinterlappenfunktion wird mithilfe von Natriumkonzentration, Serum- und Urinosmolalität sowie Copeptin beurteilt. Die Parameter werden abhängig von der Fragestellung und der zugrunde liegenden Erkrankung basal zu festgelegten Uhrzeiten bestimmt. Bei V. a. eine Autonomie kommen zudem Suppressionstests zum Einsatz, bei V. a. eine Insuffizienz Stimulationstests für die einzelnen Hypophysenachsen.

1.2.2 Aktuelles

- Die Bestimmung von Kortisol im Speichel erlaubt die stressfreie Gewinnung zu der gewünschten Tageszeit sowie alleinige Messung des Bindungsweiß-unabhängigen freien Kortisols.
- Die Messung des Copeptins hat die Bestimmung des antidiuretischen Hormons (ADH) aufgrund dessen Instabilität abgelöst.

1.2.3 Synonyme

- laborchemische Hypophysendiagnostik
- Hormonbestimmungen
- Funktionsteste

1.2.4 Definition

- Laboruntersuchungen der einzelnen Hypophysenfunktionen
 - Hypophysenvorderlappen (HVL)
 - adrenokortikotrope Achse: ACTH (unter Einfluss des hypothalamischen Kortikotropin-Releasing-Hormons [CRH]) und GH-Inhibiting-Hormons (Somatostatin), Wirkung auf Kortisol
 - thyreotrope Achse: TSH (unter Einfluss des hypothalamischen Thyreotropin-Releasing-Hormons [TRH]), Wirkung auf ft_4
 - laktotrope Achse: Prolaktin, das unter vorwiegend hemmendem Einfluss von Dopamin steht
 - somatotrope Achse: Wachstumshormon (GH) (unter Einfluss des hypothalamischen GH-Releasing-Hormons [GHRH] und GH-Inhibiting-Hormons [Somatostatin]), Wirkung teils direkt, teils über das in der Leber gebildeten IGF-1
 - gonadotrope Achse: LH und FSH, Wirkung auf die Sexualhormone; beim Mann steuert LH die Testosteronausschüttung des Hodens, FSH die Spermienreifung; bei der Frau führt ein komplex reguliertes Zusammenspiel beider Hormone zur zyklusabhängigen Ausschüttung von Östradiol und Progesteron sowie zur Follikelreifung, Ovulation, Schleimhautaufbau des Uterus und Menstruation
 - Hypophysenhinterlappen (HHL)
 - ADH kontrolliert Rückresorption von Primärharn in den Nieren; Copeptin wird zusammen mit ADH als Prohormon im Hypothalamus gebildet und äquimolar mit ADH freigesetzt; Urinosmolalität spiegelt Konzentrationsfähigkeit der Niere wieder, Serumsmolalität und Natriumkonzentration erlauben Aussagen zum Flüssigkeitshaushalt

1.2.5 Indikationen

Basalwertbestimmungen

- ACTH und Kortisol
 - Die Bestimmung von Kortisol morgens um 8 Uhr in Serum oder Speichel kann eine erste Einschätzung zu der Frage einer Nebenniereninsuffizienz erlauben.
 - Bei V. a. einen Morbus Cushing wird Kortisol um 23 Uhr bestimmt, am einfachsten in einer vom Patienten gewonnenen Speichelprobe, alternativ im Serum. Die Messung von Kortisol im 24 h-Urin stellt als Integral der Kortisol-Ausschüttung ebenfalls ein diagnostisches Kriterium eines Hyperkortisolismus dar.
 - Bei Nachweis einer Nebenniereninsuffizienz erlaubt die Bestimmung des ACTH die Differenzierung einer primären (adrenalen) von einer sekundären (hypophysären) bzw. tertiären (hypothalamischen) Form.
 - Bei Nachweis eines Hyperkortisolismus wird ACTH zur Unterscheidung eines ACTH-abhängigen (hypophysär oder ektop) von einem ACTH-unabhängigen (adrenalen) Cushing-Syndrom gemessen.

- TSH und fT_4
 - Die gemeinsame Bestimmung erlaubt eine Einschätzung der Funktion der thyrotropen Achse.
 - Eine thyrotrope Insuffizienz kann i. d. R. durch den Nachweis erniedrigter bzw. niedrignormaler fT_4 -Werte in Assoziation mit einem niedrigen TSH diagnostiziert werden.
 - Der V. a. ein TSH-produzierendes Hypophysenadenom stellt sich bei hoch normalen/erhöhten fT_4 -Werten und inadäquat hohem TSH.

Merke

Die alleinige Messung von TSH, wie bei der Frage einer primären Funktionsstörung der Schilddrüse üblich, erlaubt keine sichere Beurteilung der thyrotropen Achse.

- Prolaktin
 - Bei jeder Raumforderung in der Sellaregion sollte Prolaktin bestimmt werden, um ein prinzipiell medikamentös behandelbares Prolaktinom nachzuweisen.
- GH und IGF-1
 - Bei V. a. eine Akromegalie besteht die Diagnostik zunächst in der Messung von IGF-1. Normale Werte unter Berücksichtigung altersentsprechender und Assay-bezogener Grenzbereiche schließen eine Akromegalie mit hoher Sicherheit aus.
 - Nach Diagnose einer Akromegalie wird IGF-1 zur Therapiekontrolle eingesetzt.
 - Bei V. a. eine somatotrope Insuffizienz kann ein deutlich erniedrigter IGF-1 Wert einen relevanten GH-Mangel weitgehend sicher belegen, ein niedrignormaler Wert ihn jedoch nicht ausschließen.
 - Bei nachgewiesenem GH-Mangel wird IGF-1 zur Anpassung der Substitutionsdosis von rekombinantem GH eingesetzt.
 - Die einmalige Bestimmung des basalen GH-Spiegels ist aufgrund der pulsatilen Ausschüttung nur von begrenztem diagnostischem Wert: bei V. a. eine Akromegalie kann ein spontan sehr niedriger Wert eine autonome GH-Sekretion weitgehend sicher ausschließen, bei V. a. eine somatotrope Insuffizienz kann ein spontan hoher Wert einen relevanten GH-Mangel ausschließen.
- LH, FSH
 - Hypogonadismus: Inappropriat niedrige Gonadotropine in Zusammenhang mit erniedrigten Sexualhormonen sind Kriterien des sekundären Hypogonadismus. Bei der postmenopausalen Frau sind die Gonadotropinkonzentrationen physiologisch erhöht, sodass Gonadotropine im Normbereich ebenfalls auf einen sekundären Hypogonadismus hinweisen.

- Hypogonadismus und/oder Hypophysenadenom: Erhöhte Gonadotropine in Zusammenhang mit erniedrigten Sexualhormonen sind typische Kriterien des primären Hypogonadismus, können aber auch Ausdruck einer autonomen Sekretion von LH und/oder FSH durch ein Hypophysenadenom sein. Die kontinuierliche Hormonsekretion im Gegensatz zu der physiologisch pulsatilen Ausschüttung führt nicht zu einer gesteigerten Ausschüttung der Sexualhormone der Keimdrüsen, sondern zu einer Herunterregulation.
- Testosteron und SHBG: Die Bestimmung erfolgt bei V. a. einen sekundären Hypogonadismus des Mannes.
- Östradiol und Progesteron: Die Bestimmung erfolgt bei V. a. eine Störung der gonadotropen Funktion der Frau. Ein erhaltener Zyklus ist ein guter Indikator einer normalen Funktion der gonadotropen Achse, sodass auf die Hormonmessung verzichtet werden kann. Postmenopausal ist eine Messung ebenfalls überflüssig.
- ADH
 - Bei nachgewiesener Polyurie ($>2,5$ l/d) erlaubt die morgendliche Untersuchung von Urin- und Serumosmolalität sowie Natrium- und Copeptinkonzentrationen bereits eine erste Einschätzung zu der Frage eines Diabetes insipidus. Die Bestimmung von ADH ist angesichts der Vorteile der Copeptin-Bestimmung obsolet geworden.

Funktionstests

- adrenokortikotrope Achse
 - Insulin-Hypoglykämie-Test (IHT): Dies ist der Goldstandard bei V. a. eine sekundäre Nebenniereninsuffizienz und/oder einen Wachstumshormonmangel. Durch Insulingabe wird eine Hypoglykämie erzeugt, die physiologisch zu einem Anstieg von Kortisol und Wachstumshormon führt. Kortisol- und GH-Peak geben Anhalt über die Funktion der jeweiligen Hypophysenachse. Aufgrund der erheblichen Belastung des Patienten, der Notwendigkeit zur Überwachung durch einen Arzt während der Testdauer sowie der bevorzugt stationären Durchführung wird dieser Test zunehmend seltener durchgeführt.
 - Metyrapon-Test: Bei V. a. eine Nebenniereninsuffizienz wird hiermit die Intaktheit der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (HPA-Achse) überprüft.
 - Die Enzyblockade in den Nebennieren nach oraler Gabe von Metyrapon führt physiologisch zu einer Aktivierung der HPA-Achse.
 - CRH-Test: Die exogene Gabe von humanem CRH stimuliert die Sekretion von ACTH aus der Hypophyse und konsekutiv von Kortisol aus der Nebenniere.
 - bei V. a. Nebenniereninsuffizienz: Der Kortisol-Peak erlaubt eine Einschätzung zur Funktion der HPA-Achse.

- ACTH-abhängiger Hyperkortisolismus: Der prozentuale Anstieg von ACTH und Kortisol kann zur Differenzierung einer hypophysären von einer ektopten Genese helfen. Bei einem kortikotropen Hypophysenadenom ist im Gegensatz zu den bei ektopter ACTH-Produktion supprimierten kortikotropen Zellen eine relevante Stimulation zu erwarten.
- ACTH-Test: Bei einer sekundären Nebenniereninsuffizienz ist der Kortisol-Peak nach Synacthen-Gabe aufgrund einer partiellen Atrophie der Zona fasciculata der Nebenniere reduziert. Indirekt ist somit eine Aussage über die Funktionsfähigkeit der HPA-Achse möglich.
- Dexamethason-Hemmtest (Dex-HT): Physiologisch führt die Einnahme des synthetischen Steroids Dexamethason zu einer Suppression der endogenen Kortisolproduktion.
 - 1 mg Dex-HT: Screening-Test bei V. a. Hyperkortisolismus, der eine Autonomie der HPA-Achse beurteilt
 - 8 mg Dex-HT: dient bei nachgewiesenem ACTH-abhängigen Hyperkortisolismus zur Abgrenzung einer hypophysären von einer ektopten Genese; Nutzung der relativen Resistenz des benignen Hypophysenadenoms in Bezug auf exogene Glukokortikoide im Vergleich zur absoluten Resistenz eines malignen Tumors mit ektopter ACTH-Produktion
- thyreotrope Achse
 - TRH-Test: Die exogene Gabe von humanem TRH stimuliert die Sekretion von TSH aus der Hypophyse.
 - kann bei V. a. eine sekundäre Hypothyreose und nicht sicher beurteilbarer Kombination von TSH und fT_4 eine Hilfe zur Einschätzung der thyreotropen Funktion sein
 - kann zusätzliche Hinweise liefern bei V. a. ein TSH-produzierendes Hypophysenadenom, dessen Abgrenzung von einer Schilddrüsenhormonresistenz schwierig sein kann
- laktotrope Achse
 - Zur Evaluation sind keine Funktionstests erforderlich.
- somatotrope Achse
 - IHT: Dies ist der Goldstandard bei V. a. einen Wachstumshormonmangel (s. auch unter „adrenokortikotrope Achse“)
 - GH-Suppressionstest: Bei V. a. eine Akromegalie aufgrund erhöhter IGF-1-Werte wird ein GH-Suppressionstest angeschlossen. Hierbei führt die Gabe von Glukose physiologisch zu einem Abfall der Wachstumshormonspiegel.
 - GHRH-Arginin-Test: Bei V. a. einen Wachstumshormonmangel erlaubt dieser Stimulationstest eine Einschätzung der Funktion der somatotropen Achse. Die kombinierte Gabe von GHRH und Arginin führt physiologisch zu einem Anstieg der GH-Spiegel.
- gonadotrope Achse
 - GnRH-Test (GnRH: Gonadoliberin, Gonadotropin-Releasing-Hormon): Die exogene Gabe von humanem GnRH stimuliert die Sekretion von LH und in geringem Maße auch FSH aus der Hypophyse.
 - Bei V. a. einen sekundären Hypogonadismus und nicht sicher beurteilbarer Kombination von Gonadotropinen und peripheren Sexualhormonen kann der GnRH-Test eine Hilfe zur Einschätzung der gonadotropinen Funktion sein.
 - In der Differenzialdiagnose der partiellen Androgendefizienz des alternden Mannes versus sekundärer Hypogonadismus kann der GnRH-Test ebenfalls hilfreich sein.
- Hypophysenhinterlappen
 - Durstversuch: Kann ein Diabetes insipidus mittels Bestimmung der Urinosmolalität im ersten Morgenurin nicht ausgeschlossen werden, wird im Durstversuch ein Anstieg von Natriumkonzentration und Serumosmolalität provoziert und die ADH-Reaktion indirekt durch Bestimmung der Urinosmolalität überprüft bzw. direkt durch Messung des Copeptin.
 - hyperosmolarer Kochsalzinfusionstest: Bei V. a. Diabetes insipidus kann alternativ zu dem Durstversuch ein ausreichender Anstieg der Serumosmolalität durch Infusion von hyperosmolarer NaCl-Lösung erreicht werden und direkt die ADH-Reaktion durch Messung von Copeptin geprüft werden.

1.2.6 Kontraindikationen

- IHT bei Epilepsie, cerebro- und kardiovaskulären Erkrankungen: absolute Kontraindikation, da Hypoglykämie zu einer akuten Exazerbation führen kann
- TRH-, GnRH-, CRH-Tests bei großen Hypophysenadenomen: in einzelnen Fallberichten Hypophysenapoplexie während des Tests, somit relative Kontraindikation
- Durstversuch oder hyperosmolarer Kochsalzinfusionstest bei Hypernatriämie: Hypernatriämie in Zusammenhang mit Polyurie ist nach Ausschluss einer osmotischen Diurese z. B. bei Diabetes mellitus bereits ausreichend zur Diagnose eines Diabetes insipidus; weiterer Anstieg der Osmolarität diagnostisch nicht notwendig, würde das Risiko eines Hirnödems erhöhen und deshalb kontraindiziert
- hyperosmolarer Kochsalzinfusionstest bei klinisch relevanter Herzinsuffizienz: kontraindiziert

1.2.7 Aufklärung und spezielle Risiken

- IHT: typische Symptome der Unterzuckerung sind Schwitzen, Hunger, Schwäche- oder Schwindelgefühl und Zittern; nach Abschluss des Tests auf ausreichende Nahrungsaufnahme hinweisen, Überwachung für mindestens 1 h und Verzicht auf selbstständiges Autofahren für 2 h
- CRH-Test: gelegentlich leichte Wärmeempfindung im Kopf, Hals und Oberkörperbereich sowie leichte Geruchs- und Geschmacksmissempfindungen, die rasch abklingen; bei großen Hypophysenadenomen sehr selten Hypophysenapoplexie
- ACTH-Test: selten allergische Erscheinungen

- **Metyrapon-Test:** gelegentlich Übelkeit und Erbrechen nach Einnahme der Medikation, diese daher besser zusammen mit Milch und Brötchen; als Folge der Enzymblockade akute Nebenniereninsuffizienz möglich, deshalb Test bei klinisch wahrscheinlicher Diagnose stationär durchführen
- **LHRH-Test:** selten Bauchschmerzen, Kopfschmerzen oder Übelkeit sowie vorübergehende hormonelle Störungen mit verstärkter Menstruation und vorzeitiger Ovulation; bei großen Hypophysenadenomen sehr selten Hypophysenapoplexie
- **TRH-Test:** kurz anhaltend Hitzegefühl, Übelkeit, Harnrang, leichte Kopfschmerzen, Benommenheitsgefühl, Hautrötung, Missempfindungen im Bereich des Körperstammes; seltener Erbrechen, Engegefühl in der Brust und Geschmacksmissempfindungen, Hungergefühl, Mundtrockenheit, Blutdruck- oder Pulsanstieg; in Einzelfällen Auslösen eines Krampfanfalls bei erhöhter Krampfbereitschaft sowie eines Asthmaanfalls bei Asthmatikern; bei großen Hypophysenadenomen sehr selten Hypophysenapoplexie
- **GHRH-Arginin-Test:** kurzzeitige Hautrötung und Hitzegefühl
- **GH-Suppressionstest bei Diabetes mellitus:** Übelkeit und Erbrechen nach dem Trinken der Glukoselösung, bei unbekanntem Diabetes mellitus übermäßiger Anstieg der Glukosewerte; nach Expertenansicht auch bei Diabetes mellitus eine Einschätzung zur Autonomie der somatotropen Achse möglich; unter Berücksichtigung publizierter Maßgaben zur Überwachung und Korrektur der Glukosewerte nach dem Test keine wesentlichen Komplikationen zu erwarten

1.2.8 Material

- Kortisol kann in Serum, Speichel und Urin bestimmt werden, ACTH wird in Plasma bestimmt.
- TSH und fT_4 , Prolaktin, GH und IGF-1, LH und FSH, Testosteron und SHBG, Östradiol und Progesteron werden i. d. R. im Serum bestimmt. Testosteron und Östradiol können auch im Speichel bestimmt werden, entsprechend evaluierte Assays vorausgesetzt.
- Natrium wird im Serum bestimmt, die Osmolalität in Serum und/oder Urin, Copeptin im Serum.

1.2.9 Durchführung

Allgemeine Vorbereitungen

- Für die korrekte Interpretation der Hormonspiegel sind Kenntnisse zu Alter, Geschlecht und BMI des Patienten unbedingt notwendig.
 - Ausgenommen der geplanten Bestimmung von Wachstumshormon muss der Patient nicht nüchtern sein.
 - Bei Bestimmung von LH, FSH, Östradiol, Progesteron sind Angaben zum Zykluszeitpunkt der Blutentnahme bzw. Menopause-Status erforderlich.

- Die Bestimmung erfolgt in der klinischen Routine i. d. R. mittels automatisierter Immunoassays. Die Qualitätskontrolle erfolgt nach den Richtlinien der Bundesärztekammer (RiLiBÄK). Neben internen Kontrollen ist für die meisten der genannten Hormone auch die Teilnahme an externen Ringversuchen vorgeschrieben.

Bestimmung der Basalwerte

- **adrenokortikotrope Achse**
 - Messung von ACTH: Aufgrund der Instabilität ist eine sofortige Zentrifugation und Lagerung bei -20°C notwendig.
 - Messung von Kortisol:
 - Im Serum wird in der klinischen Routine das Gesamt-Kortisol gemessen, das auch durch die Konzentrationen der Bindungsweiße bestimmt ist. Bei Induktion von Transcortin (CBG: Kortikosteroidbindendes Globulin), z. B. durch Östrogene oder bestimmte Medikamente, ist die Interpretation der Kortisolkonzentrationen somit erschwert.
 - Die Messung im Speichel erfordert eine ausführliche schriftliche Anleitung zur Durchführung, in der auch auf den Verzicht auf Nahrungsaufnahme und Zähneputzen (Gefahr der Blutkontamination) in den 15 min vor Probengewinnung hingewiesen wird.
 - Die Messung im 24-h-Urin (nicht-angesäuert!) erfordert eine ausführliche schriftliche Anleitung, um eine korrekte Sammelmenge zu erzielen (Entleerung der Blase zum Beginn des 24 h-Intervalls – nicht in den Sammelbehälter, Entleerung der Blase zum Ende des Intervalls – in den Sammelbehälter).



Merke

Die Induktion von CBG durch die Einnahme von oralen Kontrazeptiva führt regelhaft zu höher gemessenen Kortisolkonzentrationen im Serum. In diesen Fällen ist die Messung des freien Kortisols z. B. im Speichel vorzuziehen.

- **thyreotrope Achse**
 - Bei einer Hormonbestimmung zur Kontrolle einer Schilddrüsenhormonsubstitutionstherapie sollte der Abstand zwischen Einnahme der Medikation und Blutentnahme standardisiert bzw. bei der Interpretation berücksichtigt werden. So sollte die Kontrolle von fT_4 i. d. R. morgens ohne vorherige Thyroxin-Einnahme erfolgen.

Merke



Das TSH erlaubt bei einer sekundären Hypothyreose keine Aussage über die ausreichende Substitution. Diese orientiert sich allein am fT_4 .

- laktotrope Achse
 - Messung von Prolaktin:
 - Bei erhöhten Prolaktinspiegeln ohne entsprechende Symptomatik ist eine Makroprolaktinämie in Betracht zu ziehen. Neben dem sog. Little-Prolaktin mit einem Molekulargewicht von 23 kDa zirkuliert im Blut das Big-Prolaktin (50 kDa) und das Big-Big-Prolaktin (> 150 kDa). Bei 10–26% der Patienten mit Hyperprolaktinämie lässt sich ein gesteigerter Anteil des Big-Big-Prolaktins ohne klinische Aktivität im Blut nachweisen. Durch diesen Anteil wird in den üblichen Prolaktin-Assays das Prolaktin zu hoch gemessen. Abhilfe bietet die Reevaluation der Proben nach PEG-Fällung
 - Bei klinischem Verdacht, überraschend niedrigen Prolaktinspiegeln und großem Hypophysenadenom muss die Probe nach Verdünnung erneut gemessen werden. Durch den High-Dose-Hook-Effekt kann es bei sehr hohen Prolaktinspiegeln zur Absättigung der Antikörper in den modernen Sandwich-Assays kommen, und damit zu falsch niedrig gemessenen Prolaktinspiegeln.

Merke



Die unterschiedlichen Maßeinheiten von Prolaktin (ng/ml und mU/l) führen immer wieder zur Verwirrung und müssen daher unbedingt beachtet werden (1 ng/ml entspricht dabei etwa 20 mU/l).

- somatotrope Achse
 - hGH-Bestimmung: Der Patient sollte nüchtern sein.
- gonadotrope Achse
 - Messung von Testosteron: Die Blutentnahme sollte um 8 Uhr erfolgen, da nach 10 Uhr ein Abfall der Serumspiegel bis zu 30% beschrieben ist. Freies Testosteron ist in der klinischen Routine bisher nicht zuverlässig zu bestimmen, sodass aus der Kombination von Gesamt-Testosteron und SHBG eine Abschätzung des aktiven Testosterons erfolgt. Die Berechnung kann z. B. mittels Eingabe auf www.issam.ch/freetesto.htm erfolgen (abgerufen am 12.01.2020).

Funktionstests

- IHT:
 - nüchterner Patient
 - Anlage eines sicheren Zugangs für Injektion und mehrfache Blutentnahmen
 - basale Blutentnahme für Kortisol, GH und Glukose
 - intravenöse Injektion von 0,15 IU/kg KG Insulin (bei hochgradigem Verdacht auf Nebenniereninsuffizienz nur 0,1 IU/kg KG, bei Diabetes mellitus oder Akromegalie 0,2 IU/kg KG)
 - weitere identische Blutentnahmen nach 15, 30, 45, 60, 90 und 120 min
 - Ziel sind Blutzuckerwerte unter 40 mg/dl verbunden mit klinischen Zeichen einer Hypoglykämie; ist nach 30 min noch kein ausreichender Effekt erzielt, die 1,5-fache Menge der vorherigen Insulindosis nachspritzen
 - bei Bewusstlosigkeit oder anderen schweren Symptomen einer Hypoglykämie Infusion von 40 ml 40% Glukose
- CRH-Test:
 - Anlage eines sicheren Zugangs für Injektion und mehrfache Blutentnahmen
 - basale Blutentnahme für Kortisol und ggf. ACTH
 - intravenöse Injektion von 100 µg (1 Amp) unmittelbar zuvor gelöstem CRH innerhalb von 30 sec
 - weitere identische Blutentnahmen nach 15, 30 und 45 min
- ACTH-Test:
 - basale Blutentnahme für Kortisol
 - intravenöse Injektion von 250 µg (1 Amp) Synacthen
 - weitere Blutentnahmen für Kortisol nach 30 und 60 min
- Metyrapon-Test:
 - Einnahme von 30 mg/kg KG Metyrapon (maximal 3 g) per os gegen Mitternacht
 - Blutentnahme am folgenden Morgen gegen 8 Uhr für die Bestimmung von 11-Desoxykortisol und/oder ACTH
- Dexamethason-Hemmtest:
 - Einnahme der entsprechenden Menge von Dexamethason um 23 Uhr, Blutentnahme am folgenden Tag 8 Uhr für Kortisol
- TRH-Test:
 - basale Blutentnahme für TSH
 - intravenöse Injektion von 200 µg (1 Amp) TRH über etwa 60 sec
 - weitere Blutentnahme für TSH nach 30 min
- GH-Suppressionstest:
 - nüchterner Patient
 - Anlage eines Zugangs für mehrfache Blutentnahmen
 - basale Blutentnahme für GH
 - Ingestion von 75 g Glukose innerhalb von 5–10 min
 - weitere Blutentnahmen für GH nach 30, 60, 90 und 120 min

- GHRH-Arginin-Test:
 - nüchterner Patient
 - Anlage eines sicheren Zugangs für Injektion/Infusion und mehrfache Blutentnahmen
 - basale Blutentnahme für GH
 - intravenöse Injektion von 1 µg/kg KG (1 Amp = 50 µg) GHRH innerhalb von 30 sec
 - Infusion von 30 g Arginin (z. B. L-Arginin-Hydrochlorid 21 %: 7 Amp enthalten jeweils 4,34 g) über 30 min, bei KG < 60 kg reduzieren: KG in kg dividiert durch 2 ergibt die Arginin-Menge in g
 - weitere Blutentnahmen für GH 30, 45, 60 und 90 min nach Injektion
- GnRH-Test:
 - basale Blutentnahme für LH und FSH
 - intravenöse Injektion von 100 µg (1 Amp) LHRH innerhalb von 30 sec
 - weitere identische Blutentnahme nach 30 min
- Urin- und Serumosmolalität sowie Natrium- und Copeptinkonzentration: Bestimmung zunächst nach nächtlichem Dursten, alternativ oder ergänzend nach Stimulation im Durstversuch oder hyperosmolarem Kochsalzinfusionstest
- Durstversuch:
 - Bestimmung von Körpergewicht, Urin- und Serumosmolalität sowie Natrium- und Copeptinkonzentrationen
 - Dursten und Fasten über 8–10 h mit Bestimmung von Körpergewicht, Blutdruck, Urinvolumen und -Osmolalität jede Stunde und Serumosmolalität, Natrium- und Copeptinkonzentrationen alle 2 h
 - Abbruch bei Abfall des Körpergewichts um > 3 %, hypotonen RR-Werten oder unerträglichem Durst
 - bei Anstieg der Natriumkonzentration > 147 mmol/l ist ein ausreichender osmotischer Reiz dokumentiert, sodass der Test vorzeitig abgebrochen werden kann
 - zum Ende des Tests 4 µg Desmopression intravenös injizieren, mit Messung von Urinvolumen und -Osmolalität alle 30 min über 2 h
- hyperosmolarer Kochsalzinfusionstest:
 - Bestimmung von Urin- und Serumosmolalität sowie Natrium- und Copeptinkonzentrationen
 - Anlage eines sicheren Zugangs für die Infusion und mehrfache Blutentnahmen mit großvolumiger Vene oder zentralem Zugang
 - Intravenöse Infusion von NaCl 5 % 0,06 ml/kg KG/min über 2 h
 - Bestimmung von Serumosmolalität, Natrium- und Copeptinkonzentrationen alle 30 min
 - bei Anstieg der Natriumkonzentration > 147 mmol/l ist ein ausreichender osmotischer Reiz dokumentiert, sodass der Test vorzeitig abgebrochen werden kann
 - zum Ende des Tests 4 µg Desmopression intravenös injizieren, mit Messung von Urinvolumen und -Osmolalität alle 30 min über 2 h

1.2.10 Mögliche Komplikationen

- IHT
 - Einschränkungen der Konzentrationsfähigkeit, bei ausgeprägter Hypoglykämie bis zur Bewusstlosigkeit
 - bei entsprechenden Vorerkrankungen Auslösung von:
 - Angina pectoris-Anfall bis hin zum Myokardinfarkt
 - TIA bis hin zum Insult
 - epileptischer Anfall
- Stimulationstests bei großen Raumforderungen der Sella-Region
 - sehr selten Einblutungen in Hypophysenadenomen nach Gabe von TRH, GnRH und CRH beschrieben, deshalb Indikation zur Testung zurückhaltend stellen
 - Patienten sind zudem über das Risiko aufzuklären, dass bei plötzlichen Zeichen eines Hypophysenapoplex mit Kopfschmerzen, Sehstörungen und Zeichen der Hypophyseninsuffizienz eine rasche neurochirurgische Entlastung diskutiert werden muss.
 - vor diesem Hintergrund kombinierte Gabe im Rahmen eines Hypophysentests kritisch zu sehen
- ACTH-Test
 - in seltenen Fällen Überempfindlichkeitsreaktion bis hin zum Auftreten schwerster allergischer Erscheinungen (allergischer Schock, Anaphylaxie)
- hoch dosierter Dex-HT bei schlecht eingestelltem Hypertonus, Diabetes mellitus
 - Einnahme von Dexamethason kann zur Verschlechterung eines Hypertonus oder Diabetes mellitus führen, deshalb entsprechende Aufklärung und Überwachung nötig
- Durstversuch
 - Exsikkose
 - Hypotension
- hyperosmolarer Kochsalzinfusionstest:
 - Venenreizung durch die hyperosmolare NaCl-Lösung
 - Kopfschmerzen, Schwindel und Benommenheit bei zu weitgehendem Anstieg der Natriumkonzentration

1.2.11 Literatur zur weiteren Vertiefung

- [1] Bhasin S, Brito JP, Cunningham GR et al. Testosterone Therapy in Men With Hypogonadism: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2018; 103: 1715–1744
- [2] Deutschbein T, Bidlingmaier M, Schopohl J et al. Anthropometric factors have significant influence on the outcome of the GHRH-arginine test: establishment of normative data for an automated immunoassay specifically measuring 22 kDa human growth hormone. *Eur J Endocrinol* 2017; 176: 273–281
- [3] Deutschbein T, Mann K, Petersenn S. Total Testosterone and Calculated Estimates for Free and Bioavailable Testosterone: Influence of Age and Body Mass Index and Establishment of Sex-Specific Reference Ranges. *Horm Metab Res* 2015; 47: 846–854
- [4] Deutschbein T, Petersenn S. Screening for Cushing's syndrome: new immunoassays require adequate normative data. *Horm Metab Res* 2013; 45: 118–123
- [5] Katznelson L, Laws ER, Jr., Melmed S et al. Acromegaly: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2014; 99: 3933–3951