

Magnesium: Indikationen zur Diagnostik und Therapie in der Humanmedizin

Empfehlungen einer Expertenkommission der Gesellschaft für Magnesium-Forschung e. V.
Workshop München 29./30. November 1985

H. G. Classen (Präsident), W. Achilles, M. G. Bachem, A. Conradt, R. Fehlinger, H. H. Goßmann, T. Günther, K. J. Münzenberg, K. Paschen, G. Schreiber, A. Schroll, L. Spätling, A. Wischnik und H. Zumkley.

I. Zielsetzung

Magnesium ist für den lebenden Organismus ein essentieller Mineralstoff, der in ausreichenden Mengen zugeführt werden muß. Aufgrund seiner zentralen Stellung im Stoffwechsel verursacht ein Magnesiummangel funktionelle und trophische Störungen vielfältiger Art und Abstufung. Eine Reihe von Übersichtsarbeiten dokumentieren den Stellenwert des Magnesiums [14, 23, 51, 58, 101, 111, 151, 153, 161].

In nahezu allen Fachgebieten der Medizin ist das Interesse an Magnesium in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen; in der Boulevard-Presse wird Magnesium sogar schon als Allheil- und Wundermittel apostrophiert. Aufgrund dieser Situation wurden von einer Expertenrunde der Gesellschaft für Magnesiumforschung e. V. Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie mit Magnesium zusammengestellt, die auf fundierten Publikationen der anerkannten wissenschaftlichen Fachliteratur basieren, mit eigenen Erfahrungen übereinstimmen und den derzeitigen Stand des Wissens dokumentieren sollen.

II. Wann ist die Bestimmung von Magnesium indiziert?

Vom Gesamtkörpermagnesium (25–28 g) ist etwa die Hälfte in den Knochen gespeichert, von der anderen Hälfte ist nur 1% im Extrazellulärraum vertreten. Allein hier ist es einer einfachen und sicheren Messung zugänglich. Intrazelluläre Mg-Bestimmungen sind derzeit noch schwierig und unsi-

cher. Magnesium wird im Serum oder Plasma mit der Atomabsorptionsspektrophotometrie (AAS) routinemäßig bestimmt. Die meßtechnischen Bedingungen sind in einer DIN-Norm definiert. Diese Methode ist gleichzeitig Referenzmethode mit einer Unpräzision von etwa 1% [18, 112].

Die Normalwerte im Serum oder Plasma betragen 0,7–1,1 mmol Mg/l [117]. Bei Werten gleich oder kleiner 0,7 mmol Mg/l spricht man von Hypomagnesiämie, ab 1,1 mmol Mg/l von Hypermagnesiämie. Plasmakonzentrationen im Normbereich schließen (analog zum Kalium-Stoffwechsel) einen bestehenden Magnesiummangel nicht aus, da Plasma- und intrazelluläre Magnesiumkonzentrationen nicht zwangsläufig korrelieren [102, 103]. Bei Kaliummangel oder Hypokalzämie sollte immer auch an einen Magnesiummangel gedacht werden [164].

Ein Magnesiumdefizit macht sich langfristig klinisch immer durch Mangelsymptome bemerkbar. Die dabei beobachtete Symptomatik kann sehr unterschiedlich und variantenreich sein [45, 62].

Trotz dieser Unsicherheiten ist die Bestimmung der Plasma- oder Serum-Mg-Konzentration stets ein wichtiger, nicht entbehrlicher Beitrag zu einer Mg-Mangel-Diagnostik. Der Laborwert ist auch für die weitere Beurteilung der Mg-Therapie von Interesse, man darf ihn nur nicht isoliert betrachten. Die Symptomatologie gehört mit zur Diagnostik und genießt aus den angeführten Gründen den höheren Stellenwert.

In Übereinstimmung mit dem internationalen Schrifttum sind Mg-Serum-

bzw. Plasma-Bestimmungen in folgenden Fällen indiziert:

- Magnesiummangel-Symptome
- anamnestische Hinweise auf einen Magnesium-Mangel
- Erkrankungen, die mit Störungen des Mg-Haushalts einhergehen können
- parenterale Mg-Therapie
- Elektrolytüberwachung und -substitution
- bestimmte Indikationen in Geburtshilfe und Gynäkologie

II. 1. Bei Auftreten von Mg-Mangel-Symptomen

1.1. Nervensystem [25, 44, 54, 71]

- Zeichen motorischer Übererregbarkeit (Fazikulationen, isolierte Muskelkrämpfe, Karpalspasmen, Pedalspasmen);
- Zeichen sensibler Übererregbarkeit (akrale und periorale Parästhesien);
- Pseudoneurasthenie (Konzentrationsstörungen, depressive Verstimmungen, rasche psychische und physische Erschöpfbarkeit);
- erhöhte Hypokapnieempfindlichkeit, Oppressionsgefühle, Luftnotattacken;
- positive Provokationstests: v. Bonsdorff-Test [17], charakteristische EMG-Veränderungen [155]

1.2. Gastrointestinaltrakt [45, 69]

- alternierend Obstipation und Diarrhö
- kolikartige Spasmen

1.3. Kardiovaskuläres System

[24, 49, 50, 110, 114, 122, 128, 149]

- ventrikuläre Extrasystolen und Tachykardie [47, 48, 86, 130]
- erhöhte Digitalisempfindlichkeit [28, 75, 107, 140]
- pektanginöse Beschwerden [29, 64]
- Gefäßspasmen [3, 4, 30, 57]

1.4. Weibliches Genitalsystem

[46, 121]

- späte Menarche
- Regeltempostörungen
- Dysmenorrhö
- Hypermenorrhö

1.5. Trophische Störungen [96]

- Fingernägelbrüchigkeit
- erhöhte Kariesanfälligkeit

II. 2. Bei anamnestischen Hinweisen

2.1. Verminderte Mg-Zufuhr

- einseitige Ernährung (kohlenhydrat- und fettreich) [138]
- Alkoholismus [58, 63, 68]
- Fastenkuren [42, 80]
- parenterale magnesiumarme Elektrolytsubstitution und Ernährung [81, 83]

2.2. Verminderte Mg-Resorption

- Malabsorptionssyndrome [19, 78, 120]
- Anhaltende Diarrhöen bei Morbus Crohn bzw. Colitis ulcerosa [1, 104, 113]
- Laxantienabusus
- Glutenenteropathie
- Zustand nach Darmresektion [19]
- Jejuno-kolische Fistel [35],
- gastro-jejunische Fistel [172],
- biliäre Fistel [59, 85]
- Krampfzustände und Spasmophilie bei Neugeborenen und Kleinkindern, z. B. bei Verdacht auf angeborene Störung der Magnesiumresorption im Darm oder der Rückresorption in der Niere [41, 43, 119, 154]

2.3. Erhöhte renale Mg-Ausscheidung

- Diuretika-Therapie (Schleifendiuretika, Thiazide) [79, 127]
- osmotische Diurese (Glukosurie) [7, 92, 116]
- Alkoholabusus [58, 63, 68, 148]
- Cisplatin-Therapie [13, 16, 21, 171]
- Aminoglykosid-Therapie (Gentamycin) [9, 163]
- Amphotericin B-Therapie [11]
- Cyclosporin A-Therapie [2, 93, 150]
- Salzverlust-Niere
- nephrotisches Syndrom
- renale tubuläre Acidose
- Bartter-Syndrom [8]

II. 3. Bei Erkrankungen, die mit Störung des Mg-Haushaltes einhergehen können [1, 45, 139, 159]

3.1. mit Magnesiummangel

- tetanisches Syndrom (einschließlich Neugeborenen-Tetanie) [119, 154]
- Alkoholismus [58, 63, 68]
- gastrointestinale Erkrankungen mit verminderter Mg-Resorption, Malabsorptions-Syndrom [19, 78, 120]
- akute und chronische Pankreatitis [170]
- chronische Lebererkrankungen [68]
- Herzrhythmusstörungen [15, 22, 87]
- Mitralklappenprolaps [45]
- endokrine und Stoffwechselerkrankungen [5, 72, 73, 84, 88, 89, 123, 124, 169, 170]
- insulinpflichtiger Diabetes mellitus (Typ I), Coma diabeticum
- Hyperthyreose
- Über- und Unterfunktion der Nebenschilddrüsen, primärer und sekundärer Hyperaldosteronismus
- Nierenerkrankungen mit vermehrter renaler Mg-Elimination [38, 168]
- rezidivierende Kalziumrolithiasis [12, 91]

3.2. mit Magnesiumüberschuß

- Niereninsuffizienz (verminderte Mg-Elimination) [1, 45, 139, 159]

II. 4. Bei parenteraler Mg-Therapie

II. 5. Im Rahmen der Elektrolytüberwachung (Elektrolytstatus)

- präoperativ [98, 167]
- Dialyse [67, 135]
- intra- und postoperative parenterale Elektrolytsubstitution und Ernährung [82, 83]
- Verbrennungen [20]
- nasogastrale Absaugung
- exzessives Schwitzen

III. Indikationen zur Magnesiumtherapie

Aufgrund der Forschungsergebnisse der letzten Jahre hat die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) in ihren Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr 1985 die tägliche Mg-Zufuhr je nach Altersklasse um 8–40% erhöht [36, 37]. Bei schwangeren und stillenden Frauen wurde die Empfehlung für die tägliche Magnesiumzufuhr gegenüber 1975 sogar um 60% erhöht (1975: Schwangere 260 mg/Tag, Stillende 280 mg/Tag; 1985: Schwangere 400 mg/Tag, Stillende 450 mg/Tag). Vergleicht man die neuen Empfehlungen von 1985 mit den indirekt berechneten Verbrauchszahlen (Ernährungsbericht der DGE 1984), so zeigt sich, daß für Schwangere ab dem 4. Monat und Stillende die Zufuhr zu niedrig ist und für 12- bis 18jährige beider Geschlechter im unteren Grenzbereich liegt. Für alle anderen Altersgruppen erscheint die alimentäre Mg-Versorgung bei ausgewogenem Ernährungsverhalten ausreichend zu sein. Die

DGE weist aber ausdrücklich darauf hin, daß ein Mehrbedarf an Magnesium, bedingt durch chronischen Arzneimittelverbrauch, erhöhten Genußmittelkonsum oder Erkrankungen und Stoffwechselstörungen, in den Empfehlungen nicht berücksichtigt werden konnte. Ergänzend hierzu muß der Mehrbedarf unter Streßeinfluß [26, 27] und modernen Therapieverfahren erwähnt werden. Die Festlegung dieser über die normale tägliche Zufuhr hinaus benötigten Magnesiummengen muß der ärztlichen Verordnung vorbehalten sein. Dabei kommen je nach klinischer Erfordernis unterschiedliche Applikationen, Dosierungen und Behandlungszeiten in Betracht.

Nachstehend sind die Empfehlungen zur Magnesiumtherapie, bei therapiebedingtem Überbedarf sowie weitere positive Erfahrungen nach Magnesiumgabe aufgeführt. Eine Magnesiumtherapie hat sich außer bei nachgewiesenem Magnesiummangel bei einer Reihe von Krankheitsbildern bewährt und beruht dort vornehmlich auf dem physiologischen Ca-Antagonismus [23, 60, 61, 101].

Im Einzelfall ist die Entscheidung oft schwierig, teilweise auch unmöglich, ob ein primärer Mg-Mangel je nach individueller Disposition zu bestimmten Symptomen und Folgeerscheinungen führte oder ob eine bestimmte Grunderkrankung erst sekundär einen Magnesiummangelzustand induzierte.

III. 1. Therapie

- Magnesiummangelzustände (siehe auch Punkt II)
- tetanisches Syndrom (auch normomagnesiämische und hypokalzämische Formen) [54, 157]
- Wadenkrämpfe [70, 129]
- Krampfzustände bei Neugeborenen und (Klein-)Kindern [43, 154]
- transitorische zerebral-ischämische Attacken (TIA) [53, 57]
- tachykarde Rhythmusstörungen (bevorzugt ventrikuläre Arrhythmien) [15, 47, 48, 66, 77, 87], vor allem auch bei Resistenz gegenüber

anderen Antiarrhythmika [22, 95, 125, 156]*)

- Herzinfarkt, koronare Herzkrankheit [15, 108, 126, 134]
- chronische Pyrophosphatarthropathie [40]
- extraskeletäre Verknocherungen und Verkalkungen (auch im Rahmen einer Osteoporosebehandlung mit Fluoriden) [6, 109]
- Myositis ossificans [99]
- diabetische Ketoazidose [105, 115, 160]
- Dysmenorrhö [46]

III. 2. Therapiebedingter Überbedarf

- Diuretikatherapie (speziell Schleifendiuretika und Thiazide) [102, 127, 131]
- Cisplatin-Therapie [13, 16, 21, 171]
- Aminoglycosid-Therapie [9, 163]
- Cyclosporin A-Therapie [2, 93, 150]
- Amphotericin B-Therapie [11]
- Digitalisüberempfindlichkeit [28, 75, 107, 140, 141, 142]
- Fluoridbehandlung der Osteoporose [6, 109]

III. 3. Positive Erfahrungen liegen vor bei:

- Gefäßspasmen [30, 57]
- vasospastischer Angina pectoris [29]
- Rezidivprophylaxe der Ca-Urolithiasis [90, 91]
- Migräne [158]
- Hörsturz [56, 147]
- chronisch alkoholischen und nicht-alkoholischen Lebererkrankungen [63, 68, 76, 106]

Eine abschließende Beurteilung ist bei diesen Indikationen zum derzeitigen Zeitpunkt jedoch noch nicht möglich. Kontrollierte klinische Studien werden empfohlen.

*) Im französischen und angelsächsischen Schrifttum als „Torsades de pointes“ bezeichnet.

III. 4. Besondere Bedeutung hat die parenterale Magnesiumzufuhr im Rahmen der Elektrolytsubstitution

- intra- und postoperativ [39, 52, 65, 132, 162, 167]
- in der Intensivmedizin [52]
- während und nach Operationen mit der Herz-Lungen-Maschine [118, 133, 135, 136, 137]
- bei forcierter Diurese
- bei Verbrennungen [20]

IV. Anwendung und Dosierung

IV. 1. Orale Therapie

Die orale Monotherapie mit Magnesiumverbindungen ist aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen bei Patienten mit intakter Nierenfunktion effektiv, einfach durchführbar und bei Beachtung der Kontraindikationen frei von Nebenwirkungen. Die Dosierung richtet sich individuell nach dem klinischen Schweregrad bzw. nach dem Ausmaß des Magnesiumdefizits. Optimale therapeutische Effekte erreicht man bei Erwachsenen im allgemeinen mit einer Dosierung von 10–20 mmol Mg/Tag. Sie kann im Bedarfsfall bis zum Auftreten von Durchfällen weiter erhöht werden. Nach langjährigen klinischen Erfahrungen sind in Einzelfällen Tagesdosen bis 40 mmol Mg notwendig: Selbst bei dieser hochdosierten oralen Langzeitmedikation wurden keine Nebenwirkungen beobachtet [54]. Tagesdosen unter 4 mmol Mg sind im Rahmen einer Monotherapie in der Regel ineffektiv und nur in Einzelfällen schon klinisch wirksam. Bei Kindern ist die Dosierung altersentsprechend zu reduzieren.

IV. 2. Parenterale Therapie

Zwingende klinische Gesichtspunkte erfordern die intravenöse Magnesiumzufuhr. Trotz großer therapeutischer Breite hat die intravenöse Magnesium-

gabe langsam und am liegenden Patienten zu erfolgen. Bei höherer Dosierung und langfristiger Gabe ist eine laufende labormedizinische und klinische Überwachung (Atemfrequenz, Harnausscheidung) erforderlich.

IV. 3. Hochdosierte parenterale Therapie

Bei der hochdosierten parenteralen Mg-Therapie wird in besonderen Fällen angestrebt, die Serum-Mg-Werte über den Normalbereich (0,7 bis 1,1 mmol Mg/l) hinaus anzuheben. Die Dosierung richtet sich nach der beabsichtigten Wirkung und sollte dem erfahrenen Kliniker vorbehalten sein (siehe Punkt VIII).

V. Interaktionen

Unerwünschte Wechselwirkungen mit anderen Medikamenten treten nicht auf. Von einer zeitlich synchronen Gabe von Magnesium mit Tetrazyklinen wird abgeraten. Hier empfiehlt sich

ähnlich wie bei der Fe-Substitution eine zeitlich um 3–4 Stunden versetzte Applikation, da sonst die Resorption des Antibiotikums reduziert werden kann. Bei gleichzeitiger Gabe von Magnesium und Cholecalciferolen muß der Serum-Calciumspiegel engmaschig überwacht werden, um hyperkalzämische Krisen zu vermeiden [5]. Bei Urämikern kann durch Thiaziddiuretika ein Anstieg des Serum-Magnesiumspiegels erfolgen [74].

VI. Kontraindikationen

Orale Applikation

- eingeschränkte Nierenfunktion (partielle Kontraindikation)
- Niereninsuffizienz
- Anurie
- Exsikkose
- Ca-Mg-Ammoniumphosphat-Steindiathese

Parenterale Applikation

- ausgeprägte Bradykardie
- AV-Block
- Myasthenia gravis

VII. Nebenwirkungen

Orale Applikation

Durchfallneigung bei individuell sehr unterschiedlichen Tagesdosen zwischen 16 und 40 mmol/Tag (400 und 1000 mg), in seltenen Einzelfällen auch schon bei niedriger Dosierung. Sie ist unbedenklich und erfordert Dosisreduzierung.

VIII. Empfehlungen zur Magnesiumsupplementation bzw. -therapie in der Schwangerschaft

Dazu liegen bereits gesicherte klinische Erfahrungen und Empfehlungen vor [10, 31, 32, 33, 34, 55, 94, 97, 100, 143, 144, 145, 146, 152, 165, 166], die in Tab. 1 zusammengefaßt sind.

IX. Ausblick

Trotz zahlreicher gesicherter bzw. weitgehend abgesicherter, positiver Er-

Tab. 1: Empfehlungen zur Magnesiumsupplementation bzw. -therapie in der Schwangerschaft

Schwangerschafts-induzierter Mg-Mangel ohne klinische Symptome	keine klinischen Mg-Mangelsymptome, aber anamnestiche Belastung	Allgemeine klinische Magnesiummangelsymptome intra graviditatem		Pathologische Schwangerschaftsverläufe und Magnesiummangelsymptomatik	
		Schwächer ausgeprägte Symptomatik (ambulante Therapie ausreichend)	Stärker ausgeprägte Symptomatik (stationäre Therapie erforderlich)		
	– Diabetes – renale Verluste – tetanische Disposition – Aborte Im Verlauf vorangegangener Schwangerschaften: – Zervixinsuffizienz – vorzeitiger Blasensprung – Frühgeburten – small-for-date babies – EPH-Symptomatik (Edema, Proteinurea Hypertension)	– Zeichen tetanischer Übererregbarkeit (Wadenkrämpfe, Muskelzuckungen, akrale Parästhesien, Tremor, Globusgefühl) – Gastrointestinaler Komplex (Emesis/Hyperemesis, Koliken) – Zentralnervöser Komplex (Adynamie, Angst- und Depressionszustände) – Kardiovaskulärer Komplex (Stenokardien, Tachykardien, tachykarde Rhythmusstörungen)		– drohender Spätabort – Prodromi vorzeitiger Geburt (vorzeitige Wehen, vorzeitige Zervixreife, vorzeitiger Blasensprung) – bei Tokolyse mit Betamimetika (als Adjuvans und zur Kardioprotektion) – intrauterine Wachstumsretardierung	– Präeklampsie – Eklampsie
Orale Supplementation mit 5–10 mmol Mg/die	Orale Therapie mit 15–20 mmol Mg/die	Orale Hochdosistherapie mit 20–30 mmol Mg/die bzw. bis zum Erreichen der Diarrhögrenze	Parenterale Therapie mit 2–8 mmol Mg/h per infusionem bis zum Sistieren der Symptomatik, anschließend Übergang zur oralen Hochdosistherapie	2–8 mmol Mg/h per infusionem, ggf. nach Rückbildung der Symptomatik 20–30 mmol/die per os	Loading dose mit 8–24 mmol Mg i.v. innerhalb der ersten 15–30 Minuten, dann 8–16 mmol Mg/h per infusionem, nach Rückbildung der Symptomatik 20–30 mmol Mg/die per os

Bei Krankheitsbildern, die eine parenterale Magnesiumtherapie indizieren, sollen prätherapeutische Ausgangswerte des Serum-Magnesium-Spiegels und der harnpflichtigen Substanzen bestimmt werden. Kontrollen unter Maximaltherapie täglich, später in 3- bis 7tägigen Abständen.

fahrungen, die bezüglich Diagnostik des Mg-Status und mit der Magnesiumtherapie gemacht wurden, sind weitere Forschungen und die enge Zusammenarbeit mit dem Kliniker und Praktiker unentbehrlich für eine Vertiefung des Wissens. Die Gesellschaft für Magnesium-Forschung e.V. bietet hierfür als Kommunikationsmöglichkeiten weiterhin das jährlich Ende September stattfindende Hohenheimer Magnesium-Symposium sowie die Zeitschrift Magnesium-Bulletin an.

Literatur

- [1] *Aikawa, J. K.*: Magnesium: Its biologic significance. CRC Press, Inc. 1981.
- [2] *Allen, R. D., Hunnisset, A. G., Morris, P. J.*: Cyclosporin and magnesium. *The Lancet* (1985) 1283—1284.
- [3] *Altura, B. M., Altura, B. T.*: New perspectives on the role of magnesium in the patho-physiology of the cardio-vascular system. I. Clinical aspects. *Magnesium* 4 (1985) 226—244.
- [4] *Altura, B. M., Altura, B. T.*: New perspectives on the role of magnesium in the patho-physiology of the cardio-vascular system. II. Experimental aspects. *Magnesium* 4 (1985) 245—271.
- [5] *Anast, C. S., Winnaker, J. L., Forte, L. R., Burns, T. W.*: Impaired release of parathyroid hormone in Mg deficiency. *J. Clin. Endocr. Metab.* 42 (1976) 707—717.
- [6] *Anders, G., Münzenberg, K. J., Menge, M.*: Die Bedeutung des Magnesiums für die Fluorbehandlung der Altersosteoporose. *Krankenhausarzt* 52 (1979) 432—435.
- [7] *Bachem, M. G., Strobel, B., Jastram, U., Janssen, E.-G., Paschen, K.*: Magnesium und Diabetes. *Magnesium-Bulletin* 2 (1980) 35—39.
- [8] *Baehler, R. W., Work, J., Kitchen, T. A., McMorrow, G., Guthrie, G.*: Studies on pathogenesis of Bartter's Syndrome. *Amer. J. Med.* 69 (1980) 933—938.
- [9] *Bar, S. R., Wilson, H. E., Mazzaferri, E. L.*: Hypomagnesemic hypocalcemia secondary to renal magnesium wasting: a possible consequence of high dose gentamicin therapy. *Ann. Int. Med.* 82 (1975) 646—649.
- [10] *Bartil, W., Riss, P.*: Zur Pathophysiologie und Therapie des Magnesiummangels in der Schwangerschaft. *Z. Geburtsh. Perinat.* 186 (1982) 335—337.
- [11] *Barton, C. H., Pahl, M., Vaziri, N. D., Cesario, T.*: Renal magnesium wasting associated with Amphotericin B therapy. *Amer. J. Med.* 77 (1984) 471—474.
- [12] *Bataille, P., Pruna, A., Leflon, P., Grégoire, I., Finet, M., Galy, C., Fremont de, J.-F., Makdassi, R., Fournir, A.*: Evidence for magnesium depletion in idiopathic hypercalciuria. In: *Urolithiasis and Related Clinical Research* (Eds.: *Schwille, P. O., Smith, L.-H., Robertson, W.-G., Vahlensieck, W.*). Plenum Press, New York/London 1985, 323—326.
- [13] *Bell, D. R., Woods, R. L., Levi, J. A.*: Cis-diamminedichloroplatinum-induced hypomagnesemia and renal magnesium wasting. *Eur. J. Cancer Oncol.* 21 (1985) 287—290.
- [14] *Berkelhammer, C., Bear, R. A.*: A clinical approach to common electrolyte problems: hypomagnesemia. *Canad. med. Ass. J.* 132 (1985) 360—368.
- [15] *Bigg, R. P. C., Chia, R.*: Magnesium deficiency: Role in arrhythmias complicating acute myocardial infarction. *Med. J. Austral.* 1 (1981) 346—348.
- [16] *Blachley, J. D., Hill, J. B.*: Renal and electrolyte disturbances associated with cisplatin. *Ann. Int. Med.* 95 (1981) 628—632.
- [17] *Bonsdorff, B. von*: Eine kombinierte Tourniquet-Hyperventilationsprobe zum Nachweis von Tetaniebereitschaft. *Triangel* 4 (1961) 322—325.
- [18] *Boos, N., Paschen, K., Strobel, B.*: Vergleich zwischen Xylidylblau-Methode und AAS. *Magnesium-Bulletin* 7 (1985) 163.
- [19] *Booth, C. C., Babouris, N., Hanna, S., MacIntyre, I.*: Incidence of hypomagnesemia in intestinal malabsorption. *Brit. med. J. II* (1963) 141—144.
- [20] *Broughton, A., Anderson, I. R. M., Bowden, C. H.*: Magnesium deficiency syndrome in burns. *The Lancet* (1968) 1156.
- [21] *Buckley, J. E., Clark, V. L., Meyer, T. J., Pearlman, N. W.*: Hypomagnesemia after cisplatin combination chemotherapy. *Arch. Intern. Med.* 144 (1984) 2347—2348.
- [22] *Chadda, K. D., Lichstein, E., Gupta, P.*: Hypomagnesemia and refractory cardiac arrhythmia in a non digitalized patient. *Amer. J. Cardiol.* 31 (1973) 98—100.
- [23] *Charbon, G. A.*: Unloading the heart by magnesium: the natural calcium competitor. *Magnesium* 2 (1983) 36—45.
- [24] *Chipperfield, B., Chipperfield, J. R.*: Magnesium and the heart. *Amer. Heart J.* 93 (1977) 679—682.
- [25] *Chutkow, J. G.*: The neurophysiologic function of Mg.: An update. *Magnesium-Bulletin* 3, 1a (1981) 115—120.
- [26] *Classen, H. G., Marquardt, P., Späth, M., Schumacher, K. A.*: Hypermagnesemia following exposure to acute stress. *Pharmacology* 5 (1971) 287—294.
- [27] *Classen, H. G., Marquardt, P., Ebel, H., Schumacher, K. A., Späth, M., Helbig, J.*: Experimental studies on the intestinal absorption of magnesium and its protective effects against cardiac hypertrophy and nonocclusive necroses. In: *Magnesium in health and disease* (eds.: *Cantin, M., Seelig, M. S.*). New York/London 1976, p. 521—535.
- [28] *Cohen, L., Kitzes, R.*: Magnesium sulfate and digitalis-toxic arrhythmias. *J. Amer. med. Ass.* 249 (1983) 2808—2810.
- [29] *Cohen, L., Kitzes, R.*: Magnesium sulfate in the treatment of variant angina. *Magnesium* 3 (1984) 46—49.
- [30] *Cohen, L., Laor, A., Kitzes, R.*: Reversible retinal vasospasm in magnesium-treated hypertension despite no significant change in blood pressure. *Magnesium* 3 (1984) 159—163.
- [31] *Conradt, A.*: Neuere Modellvorstellungen zur Pathogenese der Gestose unter besonderer Berücksichtigung eines Mg-Mangels. *Z. Geburtsh. Perinat.* 188 (1984) 49—58.
- [32] *Conradt, A.*: Zur Pathophysiologie und Klinik der Präeklampsien. *Z. Geburtsh. Perinat.* 189 (1985) 149—161.
- [33] *Conradt, A., Weidinger, H., Algayer, H.*: Die Bedeutung von Betamimetika und Mg für den Schwangerschaftsausgang: I. Reduzierung der Mangelgeburt sowie der vorzeitigen Amnionruptur und Frühgeburt nach Mg-Zusatztherapie. *Z. Geburtsh. Perinat.* 187 (1983) 127—137.
- [34] *Conradt, A., Weidinger, H., Algayer, H.*: Die Bedeutung von Betamimetika und Mg für den Schwangerschaftsausgang: II. Zur Rolle des Mg bei der Entstehung der Gestose und fetalen Hypotrophie. *Z. Geburtsh. Perinat.* 187 (1983) 264—272.
- [35] *De Leeuw, I.*: Magnesium status in obesity: Effects of treatment. *J. Amer. Col. Nutr.* 4 (1985) 346—347.
- [36] Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Frankfurt/Main: Material zum Ernährungsbericht 1984, p. 37.
- [37] Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Umschau Verlag, Frankfurt 1985, p. 5 und 34—36.
- [38] *Dirks, J. H.*: The kidney and Mg regulation. *Kidney Int.* 23 (1983) 771—777.
- [39] *Doenicke, A.*: Untersuchungen über den Magnesiumhaushalt bei Operationen, insbesondere bei Behandlung des Operationsschocks, mit Prednisolon und Vitamin C. *Anaesthesist* 10 (1961) 104—109.
- [40] *Doherty, M., Dieppe, P. A.*: Double blind, placebo controlled trial of magnesium carbonate in chronic pyrophosphate arthropathy. *Ann. rheum. Dis.* 42, Suppl. 1 (1983) 106—107.
- [41] *Dralle, D., Bodeker, R. H.*: Serum-Mg-level and sleep behaviour of newborn

- infants. *Europ. J. Pediat.* **134** (1980) 239—243.
- [42] *Drenick, E. J., Brickman, A. S.*: Magnesium depletion and repletion in prolonged fasting. 1. International symposium on magnesium deficit in human pathology, Vittel 1971. Edition 1973, p. 491—498.
- [43] *Ducroux, Th.*: L'enfant spasmophilie — aspects diagnostiques et thérapeutiques. *Magnesium-Bulletin* **6** (1984) 9—16.
- [44] *Durlach, J.*: Neurological manifestations of magnesium imbalance. In: *Handbook of clinical neurology* (eds.: *Vinken, P. J., Bruyn, G. W.*). Vol. 28: Metabolic and deficiency diseases of the nervous system. Part II. North Holland Publishing Company, Amsterdam/New York/Oxford, 1976.
- [45] *Durlach, J.*: Le magnésium en pratique clinique. *J. B. Baillière, Edition Médicales Internationales*. Paris 1985.
- [46] *Durlach, J., Lemerre, L.*: Dysménorrhée essentielle et déficit magnésique menstruel. *Gynéc. et Obstét.* **61** (1962) 408—413.
- [47] *Dyckner, T., Wester, P. O.*: Relation between potassium, magnesium and cardiac arrhythmias. *Acta Med. Scand. Suppl.* **647** (1980) 163—169.
- [48] *Dyckner, T., Wester, P. O.*: Magnesium deficiency contributing to ventricular tachycardia. *Acta Med. Scand.* **212** (1982) 89—91.
- [49] *Dyckner, T., Wester, P. O.*: Magnesium in cardiology. *Acta Med. Scand. Suppl.* **661** (1982) 27—31.
- [50] *Ebel, H., Günther, T.*: Magnesium. *Med. Klin.* **75** (1980) 257—263.
- [51] *Ebel, H., Günther, T.*: Mg metabolism: A review. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* **18** (1980) 257—270.
- [52] *Eschner, J., Fodor, L., Ahnefeld, F. W.*: Der intra- und postoperative Metabolismus des Magnesiums. In: *Elektrolyte und Spurenelemente in der Intensivmedizin*. Berlin 1972.
- [53] *Fehlinger, R., Fehlinger, Ruth, Faulk, D., Seidel, K.*: Hypomagnesemia and transient cerebral ischemic attacks (TIA). *Magnesium-Bulletin* **6** (1984) 100—104.
- [54] *Fehlinger, R., Franke, L., Glatzel, E., Meyer, E., Michalik, M., Rapoport, S. M., Rüstow, M., Schulz, Ch., Schumann, G.*: Klinische Studien zur Magnesium-Behandlung des tetanischen Syndroms. *Magnesium-Bulletin* **3** 1a, (1981) 298—306.
- [55] *Fehlinger, R., Kemnitz, C., Dreissig, P., Egert, M., Seidel, K.*: Frühgeburtlichkeit, tetanische Reaktionsbereitschaft und Magnesiummangel: Eine retrospektive Untersuchung an 132 Müttern. *Magnesium-Bulletin* **6** (1984) 52—59.
- [56] *Fehlinger, R., Meyer, E. D., Egert, M., Faulk, D., Seidel, K., Jerzynski, P.*: Hörsturz, tetanische Reaktionsbereitschaft und Magnesiummangel. *Magnesium-Bulletin* **7** (1985) 40—44.
- [57] *Fehlinger, R., Mielke, U., Faulk, D., Seidel, K.*: Rheographic indications for reduced cerebral vasoconstriction after oral magnesium medication in tetanic patients: A double-blind, placebo-controlled trial. *Magnesium*, in press.
- [58] *Fischer, B., Fischer, U.*: Magnesium in der Inneren Medizin, Pathophysiologie und Klinik. *Magnesium-Bulletin* **3**, 1a (1981) 249—275.
- [59] *Fishman, R. A.*: Neurological aspects of magnesium metabolism. *Arch. Neurol.* **12** (1965) 562—569.
- [60] *Fleckenstein, A.*: Calcium antagonism in heart and smooth muscle. *J. Wiley and Sons, New York/Chichester/Brisbane/Toronto/Singapore* 1983.
- [61] *Fleckenstein, A., Frey, M., Fleckenstein-Grün, G.*: Zwanzig Jahre Calcium-Antagonismus aus physiologischer und pathophysiologischer Sicht, Rückblick und Ausblick. In: *Calcium-Antagonismus* (eds.: *Althaus, Burckhardt*). Universimed Verlag, Frankfurt a. M. 1984.
- [62] *Flink, E. B.*: Magnesium deficiency: etiology and clinical spectrum. *Acta Med. Scand. Suppl.* **647** (1980) 125—137.
- [63] *Flink, E. B., Omar, M., Shane, S. R.*: Alcoholism, liver disease and magnesium. *Magnesium-Bulletin* **3**, 1a (1981) 209—216.
- [64] *Friedman, H. S.*: Coronary vasospasm and its relationship to magnesium deficiency. *Magnesium* **1** (1982) 81—83.
- [65] *Gerst, P. H., Porter, M. R., Fishman, R. A.*: Symptomatic magnesium deficiency in surgical patients. *Ann. Surg.* **159** (1964) 402—406.
- [66] *Ghani, F. M., Rabah, M.*: Effect of MgCl₂ on electrical stability of the heart. *Amer. Heart J.* **5** (1977) 600—602.
- [67] *Gonella, M.*: Plasma and tissue levels of magnesium in chronically hemodialysed patients: Effects of dialysate magnesium levels. *Nephron* **34** (1983) 141—145.
- [68] *Goßmann, H. H., Hartmann, W., Schulte, R. M.*: Magnesium, Alkohol und Leber. *Krankenhausarzt* **51** (1978) 331—339.
- [69] *Hänze, S.*: Störungen des Magnesiumhaushaltes. In: *Innere Medizin in Praxis und Klinik* (eds.: *H. Hornbostel, W. Kaufmann, W. Siegenthaler*). Band II. G. Thieme Verlag, Stuttgart/New York 1985, 6.34.
- [70] *Häringer, E.*: Wadenkrämpfe in der Nacht: Fehlt Magnesium? *Ärztl. Prax.* **77** (1981) 2653—2654.
- [71] *Hall, R. C. W., Jaffe, J. R. L.*: Hypomagnesemia. Physical and psychiatric symptoms. *J. Amer. med. Ass.* **224** (1973) 1749—1753.
- [72] *Hanna, S., Harrison, M. T., MacIntyre, I., Fraser, R.*: Effects of growth hormone on calcium and magnesium metabolism. *Brit. med. J.* **II** (1961) 12—15.
- [73] *Hanna, M. D., Muchrcke, R. C., Aird, I.*: Primary aldosteronism. *Quart. J. Med.* **26** (1957) 317—333.
- [74] *Hanstein, Ph. D.*: Arzneimittel-Interaktionen. Hippokrates Verlag, Stuttgart 1974, 330—332.
- [75] *Harrison, C. E., Wakim, K. G., Brown, A. L.*: Effect of hemodynamic status on myocardial digoxin binding in hypomagnesemia. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **176** (1971) 361—365.
- [76] *Hartmann, W.*: Untersuchungen über die Magnesiumresorption nach oraler Gabe von Magnesium-aspartat-hydrochlorid bei 60 Normalpersonen und 17 Patienten mit Leberkrankheiten. Dissertation 1975.
- [77] *Havestadt, C., Ising, H., Günther, T., Feldmann, B., Schlüter, H. J.*: Elektrolyte und ventrikuläre Arrhythmien. *Therapiewoche* **36** (1986) 965—968.
- [78] *Heaton, F. W., Fourman, P.*: Mg-deficiency and hypocalcemia in intestinal malabsorption. *Lancet* **I** (1965) 50—52.
- [79] *Heinonen, L., Kohvakka, A., Pietinen, P., Eisalo, A.*: Role of dietary potassium and magnesium in diuretic treated patients with cardiac insufficiency. *Magnesium* **3** (1984) 38—45.
- [80] *Helbig, J.*: Serummagnesiumspiegel während einer Reduktionsdiät mit und ohne Magnesiumsubstitution. *Krankenhausarzt* **52** (1979) 310—313.
- [81] *Herold, G., Stephan, B., Menzel, T.*: Serumspiegel und Urinausscheidung von Zink, Magnesium, Calcium und Phosphat während der postoperativen parenteralen Ernährung. *Infusionstherapie* **5** (1978) 121—126.
- [82] *Herold, G., Stephan, B., Menzel, T.*: Gezielte Substitution von Zn, Ca, Cu, Mg und anorganischem Phosphat während der postoperativen parenteralen Ernährung. *Infusionstherapie* **5** (1978) 316—320.
- [83] *Herold, G., Stephan, B., Menzel, T.*: Untersuchungen zum Verhalten von Bioelementen während parenteraler Langzeiternährung. *Infusionstherapie* **6** (1979) 105—110.
- [84] *Horton, R., Biglieri, F. G.*: Effect of aldosterone on metabolism of magnesium. *J. clin. Endocr. Metab.* **22** (1962) 1187—1192.
- [85] *Husemann, B., Mrozek, B., Waldherr, A.*: Die Beziehung zwischen Magnesium- und Kaliumhaushalt nach Jejunostomie. *Magnesium-Bulletin* **1** (1979) 88—89.
- [86] *Iseri, L. T., Chung, P., Tobis, J.*: Magnesium therapy for intractable ventricular tachyarrhythmias in normomagnesiemic patients. *West. J. Med.* **138** (1983) 823—828.
- [87] *Iseri, L., Fairshter, R., Hardemann, J., Brodsky, M.*: Magnesium and potassium

- therapy in multifocal atrial tachycardia. *Amer. Heart J.* **110** (1985) 789—794.
- [88] *Ising, H.*: Interaction of noise-induced stress and magnesium decrease. *Artery* **9** (1981) 205—211.
- [89] *Johansson, G.*: Mg and primary hyperparathyroidism. *Acta Med. Scand. Suppl.* **661** (1982) 9—11.
- [90] *Johansson, G.*: Magnesium therapy and renal calculi. *J. Amer. Col. Nutr.* **4** (1985) 324.
- [91] *Johansson, G., Backman, U., Danielson, B. G., Fellström, B., Ljunghall, S., Wikström, B.*: Prophylactic treatment of renal stone disease with magnesium hydroxide during five years. *Fortschr. Urol. Nephrol.* **20** (1982) 313—317.
- [92] *Johansson, G., Danielson, B. G., Ljunghall, S., Wibell, L.*: Evidence for a disturbed magnesium metabolism in diabetes mellitus. *Magnesium-Bulletin* **3** (1981) 178—180.
- [93] *June, C. J., Thompson, C. B., Kennedy, M. S., Nims, J., Thomas, E. D.*: Profound hypomagnesemia and renal magnesium wasting associated with the use of cyclosporine for marrow transplantation. *Transpl.* **39** (1985) 620—624.
- [94] *Kiss, D., Szöke, B.*: Rolle des Mg bei der Verhütung der Frühgeburt. *Zbl. Gynäk.* **97** (1975) 924—927.
- [95] *Klauser, H., Klauser-Reucker, C., Moccetti, T.*: Kammertachykardie „en torsades de pointe“ und Elektrolytstörungen. *Schweiz. med. Wschr.* **107** (1977) 1191—1195.
- [96] *Kleber, M., Otto, G., Zuhrt, R., Fehlinger, R.*: Karies, Periodontopathie und mikrobielle Plaquezusammensetzung beim tetanischen Syndrom. *Magnesium-Bulletin* **7** (1985) 45—50.
- [97] *Kovács, L., Bòdis, L., Szalò, J.*: Magnesiumsubstitution während der Schwangerschaft „Szegeder Magnesium-Studie“. In: *Magnesium in der Frauenheilkunde* (Hrsg. *H. Weidinger*). Bayreuther Gespräch **1985**, S. 110—115.
- [98] *Krasner, B.*: Cardiac effects of magnesium with special reference to anaesthesia: A review. *Canad. Anaesth. Soc. J.* **26** (1979) 181—185.
- [99] *Kühr, J., Münzenberg, K. J.*: Die Behandlung der Myositis ossificans traumatica des Ellbogengelenkes und des Oberarmes mit Magnesium. *Magnesium-Bulletin* **5** (1983) 1—3.
- [100] *Kuti, V., Balazs, M., Morvay, F., Varenka, Zs., Szekely, A., Szücs, M.*: Effect of maternal Mg supply on spontaneous abortion and premature birth and on intrauterine foetal development: Experimental epidemiological study. *Magnesium-Bulletin* **3** (1981) 73—79.
- [101] *Levine, B. S., Coburn, J. W.*: Magnesium the mimic antagonist of calcium. *N. Engl. J. Med.* **310** (1984) 1253—1254.
- [102] *Lim, P., Jacob, E.*: Magnesium deficiency on long-term diuretic therapy for heart failure. *Brit. med. J.* **III** (1972) 620—622.
- [103] *MacIntyre, I., Hanna, S., Booth, C. C., Read, A. E.*: Intracellular magnesium deficiency in man. *Clin. Sci.* **20** (1961) 297—305.
- [104] *Main, A. N. H., Morgan, R. J., Russell, R. I., Hall, M. J., Mackenzie, J. F., Shenkin, A., Fell, G. S.*: Mg deficiency in chronic inflammatory bowel disease and requirements during intravenous nutrition. *J. Parent. Ent. Nutr.* **5** (1981) 15—19.
- [105] *Martin, H. E., Smith, K., Wilson, M. L.*: The fluid and electrolyte therapy of severe diabetic acidosis and ketosis. *Amer. J. Med.* **24** (1958) 376—389.
- [106] *Merker, H. J., Selisko, O.*: Parenterale Mg-Therapie bei chronischen Hepatopathien. *Z. Inn. Med.* **22** (1967) 182—184.
- [107] *Moe, B. H.*: On the therapeutic mechanisms of magnesium in digitoxic arrhythmias and the role of cardiac glycosides in magnesium depletion. *Magnesium* **3** (1984) 8—20.
- [108] *Morton, B. C., Smith, F. M., Nair, R. C., McKibbin, T. G., Poznanski, W. J.*: The clinical effects of magnesium sulphate treatment in acute myocardial infarction. *Magnesium-Bulletin* **6** (1984) 133—136.
- [109] *Münzenberg, K. J., Kühr, J.*: Die Bedeutung des Magnesiums in der Orthopädie. *Magnesium-Bulletin* **3, 1a** (1981) 73—77.
- [110] *Naylor, W. G.*: The heart cell: Some metabolic aspects of cardiac arrhythmias. *Acta Med. Scand. Suppl.* **647** (1981) 17—29.
- [111] *Nitsche, W.*: Physiologie und Klinik des Magnesiums. *Z. Allg. Med.* **52** (1976) 81—92.
- [112] Normenentwurf zu Magnesium DIN 58984-Mg-AAS Teil 2: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Burggrafenstr. 4—10, 1000 Berlin 30.
- [113] *Nyhlín, H., Dyckner, T., Ek, B., Wester, P. O.*: Magnesium in Crohn's disease. *Acta Med. Scand. Suppl.* **661** (1982) 21—25.
- [114] *Opt'Hof, T., Macckaay, A. J. C., Bleeker, W. K., Jongsma, H. J., Bouman, L. N.*: Magnesium and sinus node function. *Magnesium-Bulletin* **3** (1981) 54—59.
- [115] *Parfitt, A. M.*: A tubular maximum glomerular filtration rate model of the renal handling of magnesium in man. In: *Magnesium in health and disease* (eds.: *Cantin, M., Seelig, M. S.*). New York/London 1976, p. 521—535.
- [116] *Paschen, K., Bachem, M. G., Strobel, B.*: Magnesium-Stoffwechsel beim Diabetes mellitus. *Magnesium-Bulletin* **3, 1a** (1981) 307—313.
- [117] *Paschen, K., Fritz, G.*: Neue vereinfachte Methoden zum empfindlichen und spezifischen Nachweis von Calcium, Magnesium und Zink im Serum mit der Atomabsorptions-Spektralphotometrie. *Ärztl. Forsch.* **24** (1970) 202—209.
- [118] *Paschen, K., Fuchs, C., Hoffmeister, H. E., Regensburger, D., Koncz, J.*: Der Calcium-, Magnesium- und Kaliumhaushalt bei Operationen mit kardio-pulmonalem Bypass. *Thorchir. Vask. Chir.* **20** (1972) 43—50.
- [119] *Paunier, L., Radde, I. C., Kooh, S. W., Fraser, D.*: Primary hypomagnesemia with secondary hypocalcemia. *J. Pediat.* **67** (1965) 945.
- [120] *Petersen, V. P.*: Metabolic studies in clinical Magnesium deficiency. *Acta Med. Scand.* **173** (1963) 285—298.
- [121] *Poenaru, S., Poenaru, L.*: L'exploration électrophysiologique de la tétanie féminine hyperoestrogénique. *Electromyogr. clin. Neurophysiol.* **13** (1973) 201—227.
- [122] *Polimeni, I., Page, E.*: Magnesium and heart muscle. *Circul. Res.* **33** (1973) 367—374.
- [123] *Pullman, T. N., Lavender, A. R., Aho, H.*: Direct effects of glucagon on renal hemodynamics of inorganic ions. *Metabolism* **16** (1967) 358—373.
- [124] *Quamme, G. A., Dirks, J. H.*: Renal magnesium transport. *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.* **97** (1983) 69—110.
- [125] *Ramee, S. R., White, C. J., Svinaride, J. T., Watson, T. D., Fox, R. F.*: Torsade de pointes and magnesium deficiency. *Amer. Heart J.* **109** (1985) 164—167.
- [126] *Rasmussen, H. S., Norregard, P., Lindeneg, O., McNair, P., Backer, V., Balslev, S.*: Intravenous magnesium in acute myocardial infarction. *Lancet* (1986) 234—235.
- [127] *Reyes, A. J., Leary, W. P.*: Diuretics and magnesium. *Magnesium-Bulletin* **6** (1984) 87—99.
- [128] *Rieder, H.*: Angriffspunkte und Wirkungsmechanismus von Magnesium im Rahmen der Herzmuskeltätigkeit. *Magnesium-Bulletin* **1** (1979) 176—180.
- [129] *Riss, P., Bartl, W., Jelincic, D.*: Zur Klinik und Therapie von Wadenkrämpfen in der Schwangerschaft. *Geburtsh. u. Frauenheilk.* **43** (1983) 329—331.
- [130] *Rotman, L.*: Recent advances: Magnesium and cardiac arrhythmias. *Magnesium-Bulletin* **3, 1a** (1981) 195—201.
- [131] *Ryan, M. P., Ryan, M. F., Counihan, T. B.*: The effect of diuretics on lymphocyte Mg and K. *Acta. Med. Scand. Suppl.* **647** (1981) 153—161.
- [132] *Sawyer, R. B., Drew, M. A., Gesink, M. H., Sawyer, K. C.*: Postoperative magnesium metabolism. *Arch. Surg.* **100** (1970) 343—348.
- [133] *Scheinman, M. M., Sullivan, R. W., Hyatt, K. H.*: Magnesium metabolism in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *Circulation* **39** Suppl. 1 (1969) 235—241.

- [134] *Schreiber, G.*: Erstbehandlung der koronaren und myokardialen Kardiopathie mit Magnesiumsulfatinjektionen. *Krankenhausarzt* 51 (1978) 422—427.
- [135] *Schroll, A., Brehm, A., Struck, E., Mandler, N., Richter, J., Sebening, F.*: Magnesium substitution under extreme excretion during extracorporeal circulation. In: *Magnesium Deficiency, First European Congress on Magnesium*, Lisbon 1983 (Eds. *M. J. Halpern, J. Durlach*). Karger Verlag, Basel 1985, S. 168—171.
- [136] *Schroll, A., Mandler, N., Brehm, A., Struck, E., Richter, J., Sebening, F.*: Optimierte Substitution von Elektrolyten und Spurenelementen in der Herzchirurgie mit einer neuen Aspartatlösung. In: *Spurenelemente (Anästhesie-Kolloquium 1981, Darmstadt)* (Ed. *J. Staib*). Schattauer Verlag, Stuttgart/New York 1982, S. 143—157.
- [137] *Schroll, A., Struck, E., Sebening, F., Richter, J., Mandler, N.*: Elektrolytsubstitution in der Herzchirurgie. In: *Spurenelemente: Physiologie, Pathobiochemie, Therapie* (Hrsg.: *R. Frey*). Schattauer Verlag, Stuttgart 1979, S. 73—93.
- [138] *Seelig, M. S.*: The requirement of magnesium by the normal adult. Summary and analysis of published data. *Amer. J. clin. Nutr.* 14 (1964) 342—390.
- [139] *Seelig, M. S.*: Magnesium deficiency in the pathogenesis of disease. Plenum Medical Book Company, New York/London 1980.
- [140] *Seller, R. H., Cangiano, J., Kim, K. E., Mendelsohn, S., Brest, A. N., Swartz, C.*: Digitalis toxicity and hypomagnesemia. *Amer. Heart J.* 79 (1970) 57—68.
- [141] *Sheehan, J. P., Seelig, M. S.*: Interactions of magnesium and potassium in the pathogenesis of cardiovascular disease. *Magnesium* 3 (1984) 301—314.
- [142] *Sodeman, W. A.*: Diagnosis and treatment of digitalis toxicity. *N. Engl. J. Med.* 273 (1965) 35—37, 93—95.
- [143] *Spätling, L.*: Orale Mg-Zusatztherapie bei vorzeitiger Wehentätigkeit. *Geburtsh. u. Frauenheilk.* 41 (1981) 101—102.
- [144] *Spätling, L.*: Magnesiumzusatztherapie zur Tokolyse: Klinisch-chemische Überwachungsparameter. *Geburtsh. u. Frauenheilk.* 44 (1984) 19—24.
- [145] *Spätling, L., Kunz, P. A., Huch, R., Huch, A.*: Magnesium and calcium excretion during pregnancy. *Magnesium-Bulletin* 7 (1985) 91—93.
- [146] *Spisso, K. R., Harbert, G. M., Thiagarajah, S.*: The use of magnesium sulfate as the primary tocolytic agent to prevent premature delivery. *Amer. J. Obstet. Gynecol.* 142 (1982) 840—845.
- [147] *Stange, G., Neveling, R.*: Hörsturz. In: *Berendes, J., Link, R., Zöllner, R.* (Hrsg.): *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik*, 2. Aufl., Bd. 6. Thieme Verlag, Stuttgart/New York 1980, 45.1—45.22.
- [148] *Stending-Lindberg, G.*: Hypomagnesemia in alcohol encephalopathies. *Acta Psychiatr. Scand.* 50 (1974) 465—480.
- [149] *Szekely, P.*: The action of magnesium on the heart. *Brit. Heart J.* 8 (1946) 115—124.
- [150] *Thompson, C. B., June, C. H., Sullivan, K. M., Thomas, E. D.*: Association between cyclosporin neurotoxicity and hypomagnesemia. *The Lancet* 2 (1984) 1116—1120.
- [151] *Thoren, L.*: Magnesium metabolism: A review of the problems related to surgical practice. *Progr. Surg.* 9 (1971) 131—156.
- [152] *Traub, E., Seeling, W.*: Die Anwendung von Magnesiumsulfat bei der Behandlung der Eklampsie. *Magnesium-Bulletin* 1 (1979) 210—212.
- [153] *Truniger, B., Banz, I.*: Magnesium und Phosphor — die vergessenen Elektrolyte. *Schweiz. med. Wschr.* 113 (1983) 1602—1608.
- [154] *Turner, T. L., Cockburn, F., Forfar, J. O.*: Magnesium in neonatal tetany. *The Lancet* (1977) 283—284.
- [155] *Turpin, R., Le Febre, J., Le Rigue, J.*: Modifications de l'électromyogramme et troubles de la transmission neuromusculaire dans la tétanie. *C. R. Acad. des Sciences* 216 (1943) 579—580.
- [156] *Tzivoni, D., Keren, A., Cohen, A. M., Loebel, H., Zahavi, I., Chenzbraun, A., Stern, S.*: Magnesium therapy for torsades de pointes. *Amer. J. Cardiol.* 53 (1984) 528—530.
- [157] *Vallee, B. L., Wacker, W. E. C., Ulmer, D. D.*: Magnesium deficiency tetany syndrome in man. *N. Engl. J. Med.* 262 (1960) 155—161.
- [158] *Vosgerau, H.*: Zur Behandlung der Migräne mit Magnesiumglutamat. *Ther. d. Gegenw.* 112 (1973) 640—648.
- [159] *Wacker, W. E. C.*: Magnesium and man. Harvard University Press, Cambridge/Massachusetts/London 1980.
- [160] *Wada, M., Fujii, S., Takemura, T., Seki, J., Akai, T.*: Mg levels and diabetic retinopathy. *Magnesium-Bulletin* 5 (1983) 12—14.
- [161] *Walker, G. M., Duffus, J. H.*: Magnesium as the fundamental regulator of the cell cycle. *Magnesium* 2 (1983) 1—16.
- [162] *Walker, W. F., Fleming, L. W., Stewart, W. K.*: Urinary magnesium excretion in surgical patients. *Brit. J. Surg.* 55 (1968) 466—469.
- [163] *Watson, A., Coffey, L., Keogh, B., McCann, S. R.*: Severe hypomagnesaemia and hypocalcaemia following gentamicin therapy. *Irish med. J.* 76 (1983) 381—383.
- [164] *Whang, R., Oei, T. O., Aikawa, J. K., Ryan, M. P., Watanabe, A., Chryasant, S. G., Fryer, A.*: Magnesium and potassium interrelationships: experimental and clinical. *Acta Med. Scand.* 647 (1980) 139—144.
- [165] *Wischnik, A., Alberti, W., Weidenbach, A.*: Magnesiumsulfat/Fenoterol — Magnesiumaspartat/Clenbuterol — klinische Erfahrungen mit einer neuen tokolytischen Kombinationstherapie. In: *Magnesium in der Frauenheilkunde* (Hrsg. *H. Weidinger*). Bayreuther Gespräch 1985, S. 144—155.
- [166] *Wischnik, A., Weidinger, H.*: Magnesiumaspartat und Magnesiumsulfat in der Geburtshilfe. *Magnesium-Bulletin* 7 (1985) 96—101.
- [167] *Wong, E. T.*: A high prevalence of hypomagnesemia and hypermagnesemia in hospitalized patients. *Amer. J. clin. Pathol.* 79 (1983) 348—352.
- [168] *Wüstenberg, P. W.*: Der Stoffwechsel des Mg aus nephrologischer Sicht. *Z. Urol.* 65 (1972) 241—257.
- [169] *Wutke, H., Schlieter, D., Trübstein, G.*: Zur Behandlung des Magnesiummangels bei der Hyperthyreose. *Magnesium-Bulletin* 2 (1980) 115—119.
- [170] *Zumkley, H.*: Mg bei Erkrankung der Schilddrüse, des Pankreas, der Nebennieren, der Sexualorgane. *Magnesium-Bulletin* 3, 1a (1981) 83—90.
- [171] *Zumkley, H., Bertram, H. P., Preusser, P., Kellinghaus, J., Straub, C., Vetter, H.*: Renal excretion of magnesium and trace elements during cisplatin treatment. *Clin. Nephrology* 17 (1982) 254—257.
- [172] *Zumkley, H., Schönleben, K., Vetter, H., Friedrich, E.*: Elektrokardiogramm bei Hyper- und Hypomagnesiämie. *Internist. Prax.* 21 (1981) 597—602.

Autorenadressen

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. *Wolfgang Achilles*
Klinikum d. Philipps-Universität
Urol. Klinik u. Poliklinik
Baldingerstraße
D-3550 Marburg

Dr. med. *Max Georg Bachem*
Zentrum für Innere Medizin
Steinhövelstraße
D-7900 Ulm

Dr. med. *Armin Conradt*
Städt. Krankenanstalten
— Frauenklinik —
Kulmbacher Straße 23
D-8580 Bayreuth

Prof. Dr. med. *H. G. Classen*
Universität Hohenheim
Fruwirthstraße 14/16
D-7000 Stuttgart 70

MR Doz. Dr. sc. med.
Roland Fehlinger
Bereich Medizin (Charité)

der Humboldt-Universität
Nervenklinik
Postfach 140
DDR-1040 Berlin

Prof. Dr. med. *H. H. Goßmann*
— Kreiskrankenhaus —
Kohlbettstraße 15
D-5900 Siegen

Prof. Dr. med. *Theodor Günther*
Freie Universität Berlin
Arnimallee 22
D-1000 Berlin 33

Prof. Dr. med. *K. J. Münzenberg*
Orthopäd. Universitätsklinik
D-5300 Bonn-Venusberg

Prof. Dr. med. *Kai Paschen*
Städtisches Krankenhaus
Friedrich-Engels-Straße 25
D-6750 Kaiserslautern

Dr. med. *Gottfried Schreiber*
Fördestraße 25
D-2392 Glücksburg

Dr. med. et. Dr. rer. nat. *Arnim Schroll*
Deutsches Herzzentrum
Lothstraße 11
D-8000 München 2

Dr. med. *Ludwig Spätling*
Ruhr-Universität-Bochum
— Frauenklinik —
Marienhospital
D-4690 Herne 1

Priv.-Doz. Dr. med. *Arthur Wischnik*
Krankenanstalt Rotes Kreuz I
Nymphenburger Str. 163
D-8000 München

Prof. Dr. med. *Heinz Zumkley*
Med. Univ.-Poliklinik
Domagkstraße 3
D-4400 Münster

Sonderdruckanforderung
Dr. Joachim Helbig
Schriftführer der Gesellschaft
für Magnesiumforschung e. V.
Postfach 12 56
D-8132 Tutzing