

Verhalten des ionisierten Magnesiums bei Patienten mit akutem Herzinfarkt, die intravenös und per oral Magnesium erhielten

R. Thiele, F. Protze, K. Winnefeld, M. Gassel, R. Pfeiffer, J. Pleißner

Zusammenfassung

In einer prospektiven Studie an Patienten mit einem akuten Herzinfarkt wurden neben dem Gesamtmagnesium im Serum das ionisierte Magnesium mit einer magnesiempfindlichen Elektrode („Microlyte 6“, KONE Instruments) bestimmt.

Die Herzinfarktpatienten (n=49) erhielten in der Akutphase neben der sonst üblichen Therapie intravenös Magnesium (81 mmol Mg/die) appliziert. Ein Teil von dieser Gruppe (n=23) wurde anschließend weiter mit 300 mg Magnesiumadipat der Firma APOGEPHA Arzneimittel GmbH per os behandelt. Die Kontrollgruppe (n=18) erhielt kein Magnesium. Die Ausgangswerte des ionisierten Magnesiums lagen bei $0,50 \pm 0,08$ bzw. $0,52 \pm 0,08$ mmol/l.

Unter der intravenösen Therapie mit Magnesiumsulfat 50 % kam es zu einem Anstieg des ionisierten Anteils auf $0,80 \pm 0,15$ bzw. $0,90 \pm 0,14$ mmol/l (2. Tag nach stationärer Aufnahme). Dieser Anstieg konnte aber mit Magnesiumadipat nicht beibehalten werden. Zum Entlassungszeitpunkt wurde (ohne weitere per orale Therapie) $0,63 \pm 0,09$ mmol/l und mit per oraler Therapie $0,62 \pm 0,09$ mmol/l ionisiertes Magnesium gemessen.

Summary

In a prospective study ionised magnesium was measured by the magnesium sensitive electrode „Microlyte 6“ (KONE INSTRUMENTS) apart from magnesium in serum and erythrocytes in patients with myocardial infarction.

Patients with myocardial infarction (49) received magnesium i. v. (82 mmol/d) additionally to the usual therapy in the acute phase. One part of this group (23) was further treated with 300 mg magnesiumadipat from Apogepha Arzneimittel. The control group did not receive magnesium.

Aus dem Funktionsbereich Internistische Intensivtherapie (Leiterin: Prof. Dr. med. R. Thiele) der Klinik für Innere Medizin III (Direktor: Prof. Dr. med. S. Müller) und dem Institut für Klinische Chemie und Laboratoriumsdiagnostik, Medizinische Analytik (Direktor: Prof. Dr. med. T. Deufel) der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

The initial values of ionised magnesium reached 0.50 ± 0.08 and 0.52 ± 0.08 mmol/l.

There was an increase of the ionised part to 0.80 ± 0.15 and 0.90 ± 0.14 under i. v.-therapy with magnesiumsulfat 50 % on the second day after admission.

This increase could not be preserved with Mg-adipat. At discharge from hospital 0.63 ± 0.09 mmol/l ionised magnesium were measured without further oral therapy and 0.62 ± 0.09 mmol/l with oral therapy. The ionised Mg changed according to the same pattern as the total magnesium.

Nachdem wir bei Patienten mit einem akuten Herzinfarkt in Langzeitverläufen ein marginales Magnesiumdefizit registrierten, erhielten Patienten mit der gleichen Erkrankung in der Akutphase bis zu einem Vierteljahr nach dem Herzinfarkt ereignis Magnesium in Form des gut verträglichen Magnesiumadipats der Firma APOGEPHA Arzneimittel GmbH Dresden in einer randomisierten Doppelblindstudie [7, 8, 9, 10].

Bei den Patienten mit Magnesiumapplikation wurden weniger Komplikationen des Herzinfarktes nachgewiesen als bei jenen Patienten, die kein Magnesium neben der sonst üblichen Therapie erhielten [9].

In einer weiteren Untersuchung gaben wir den Patienten mit einem akuten Herzinfarkt in der Akutphase (0.-3. Tag) Magnesium **intravenös** und setzten die Behandlung mit Magnesiumadipat per os fort [11].

Dabei war es möglich, zur Charakterisierung des Magnesiumstatus beim Patienten auch das ionisierte Magnesium zu messen. Wir stellten – entsprechend der Hinweise aus der Literatur – die Hypothese auf, daß der ionisierte Magnesiumanteil ein mögliches Magnesiumdefizit besser charakterisiert als die bisher

übliche Bestimmung des Gesamtmagnesiums im Serum [1, 2].

Im Serum liegen etwa 2/3 des Gesamtmagnesiums in freier und komplex gebundener Form vor; der Rest ist proteingebunden. Nur ein Teil der ersten Fraktion ist „aktiv“, während der andere Teil komplex gebunden ist. Es ergibt sich die Frage, ob die „aktiven“ freien Magnesiumionen für Homöostase des menschlichen Organismus entscheidend sind. Daher war es interessant, das freie Magnesium im Blutserum zu bestimmen. Die jetzt zur Verfügung stehende magnesiempfindliche Elektrode (KONE) erlaubt es, diese aktive Fraktion zu erfassen.

Material und Methode

Auswahl und Einteilung der Patienten

Im Rahmen einer prospektiven Studie wurden im Zeitraum von April 1994 bis September 1995 67 Patienten aus dem Funktionsbereich Internistische Intensivtherapie der Klinik für Innere Medizin III der Friedrich-Schiller-Universität Jena untersucht. Der Herzinfarkt war bei allen Patienten entsprechend den Kriterien der WHO hinsichtlich herzfarkttypischer Anamnese (nitrangin-refraktärer Thoraxschmerz), typisches Herzinfarkt-Elektrokardiogramm und herzfarkttypische Fermente gesichert. Die Serumkonzentration von Kalium, Natrium und Calcium lagen weitestgehend im Referenzbereich. Ausgenommen von der Untersuchung wurden Patienten, die neben dem Herzinfarkt weitere Krankheiten mit zu vermutenden größeren Magnesiumverlusten, wie z. B. chronische Diarrhoe, Leberzirrhose oder maligne Tumorerkrankungen, aufwiesen. Ebenfalls ausgeschlossen wurden

Verhalten des ionisierten Magnesiums bei Patienten mit akutem Herzinfarkt, die intravenös und per oral Magnesium erhielten

Patienten mit Kachexie, Niereninsuffizienz, ausgeprägter Bradykardie und AV-Blockierungen sowie Patienten unter Tetracyclin-Aminoglykosid-, Diuretika- oder Laxantienmedikation.

Es wurden 67 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 64,5 Jahren, davon 20 Frauen (Durchschnittsalter 69,2 Jahre) und 47 Männer (Durchschnittsalter 62,6 Jahre) in die Untersuchung einbezogen. Von jedem Patienten lag eine schriftliche Einverständniserklärung nach einer persönlichen Aufklärung über die Studie, Blutabnahmen, Langzeit-EKG und Auswertung vor.

Magnesium-Bestimmung

Von diesen Patienten wurde Blut zur Ermittlung der Konzentration des Gesamt-magnesiums und des ionisierten Magnesiums im Serum gewonnen. Die Zeitpunkte der Blutentnahme waren der Aufnahme-tag, 1., 2. Tag, ein Tag vor Entlassung (meist der 14. Tag) sowie nach 12 Wochen.

Die Ermittlung des ionisierten Anteils am Serum-magnesium erfolgte mittels magnesiumsensitiver Elektrode („Microlyte 6“, KONE Instruments). Das gemessene ionisierte Magnesium wurde in jedem Fall auf einen pH von 7,4 normiert. Bis zur Messung lagerten die Serumproben eingefroren (-25°C).

Serielle Präzision:

6,4 % ($x=0,408$ mmol/l; $n=20$)

Präzision von Tag-zu-Tag:

9,3% ($x=1,008$ mmol/l; $n=18$)

Die Richtigkeit des Verfahrens wurde mit dem Kontrollmaterial der Firma „KONE-Norm“ überprüft. In diesem Material ist der ionisierte Anteil des Magnesiums deklariert: 0,85–1,09 mmol/l.

Gemessener ionisierter Magnesiumgehalt: 1,008 mmol/l.

Bei der Bestimmung der Gesamtkonzentrationen von Magnesium im Serum kam die Flammenatomabsorptionsspektroskopie („AAS 5 FL“ der Carl Zeiss Jena GmbH) zum Einsatz. Zur Ermittlung des Referenzbereiches für Gesamt- und ionisiertes Magnesium im Serum wurde Material von scheinbar gesunden Blutspendern ($n=100$, w: 50, m: 50) untersucht. Von allen Patientengruppen wurde der Gesamtproteingehalt bestimmt (Tab. 5).

Patienten-Gruppen

Folgende Gruppen von Herzinfarktpatienten wurden gebildet:

Therapiegruppe 1:

- Patienten, die Magnesium intravenös in den ersten 3 Tagen nach der Einlieferung und anschließend per os bis zur Klinikentlassung (ca. 14. Tag) sowie bis zu einem Vierteljahr erhielten. $MgSO_4$ wurde in E 153 kontinuierlich über 24 h ohne Bolusgabe appliziert (2 g Mg / die = 82 mmol/l Mg). Zur oralen Mg-Therapie wurden 3 x 2 Drag. Magnesiumadipat (à 50 mg Mg = 300 mg Mg / die) verabreicht. Nebenwirkungen wurden nicht festgestellt.

Gruppe 1 ($n=23$), davon 15 Männer und 8 Frauen (Durchschnittsalter 60,6 bzw. 66,7 Jahre).

Therapiegruppe 2:

- Patienten, die Magnesium nur intravenös während der Akutphase (0. bis 3. Tag) erhielten

Gruppe 2 ($n=26$), davon 17 Männer und 9 Frauen (Durchschnittsalter 65,2 bzw. 69,0 Jahre).

Kontrollgruppe

Die erhobenen Parameter (Magnesiumstatus, tachykarde Herzrhythmusstörungen, weitere Komplikationen des Herzinfarktes) der Patienten, die Magnesium als Therapeutikum erhielten, wurden mit jenen Herzinfarktpatienten verglichen, die kein Magnesium bekamen.

Es handelte sich um 18 Herzinfarktpatienten mit einem Durchschnittsalter von 65,6 Jahren, davon waren 3 Frauen (Durchschnittsalter 74,3 Jahre) und 15 Männer (Durchschnittsalter 64,0 Jahre). Die Patienten-zuordnung zu den einzelnen Kollektiven erfolgte zufällig, nicht randomisiert.

Methode der Ergebnisauswertung

Vergleich der Magnesiumkonzentrationen der einzelnen Tage innerhalb der Gruppen

Die Änderungen der Konzentrationen des Gesamt-magnesiums im Serum der einzelnen Tage wurde innerhalb der Gruppen auf ihre Signifikanz geprüft. Dazu verwendeten wir den zweiseitigen, gepaarten t-Test in Microsoft Excel, Version 5.0. Mit derselben Methode wurden

auch die Absolutwerte des ionisierten Serum-magnesiums auf signifikante Differenzen überprüft. Zusätzlich führten wir die Untersuchungen am ionisierten Anteil des Serum-magnesiums in Relation zur Gesamtserum-magnesiumkonzentration durch.

Vergleich der Magnesiumkonzentrationen der Gruppen untereinander

Die Magnesiumkonzentrationen wurden hierbei zwischen den einzelnen Gruppen am 0., 1., 2. und am Entlassungstag sowie nach einem Vierteljahr verglichen. Dabei kam der zweiseitige, ungepaarte t-Test für Stichproben mit unterschiedlichen Varianzen – ebenfalls in Microsoft Excel 5.0 – zur Anwendung.

Dieser Test wurde auch verwendet, um Änderungen des ionisierten Magnesiums im Vergleich zum Gesamtserum-magnesium zu charakterisieren.

Vergleich der einzelnen Magnesiumkonzentrationen mit dem Referenzbereich

Die Serum-magnesiumkonzentrationen vom 0., 1., 2. und vom Entlassungstag sowie nach einem Vierteljahr wurden mit dem Referenzbereich verglichen. Dazu ermittelten wir die entsprechenden Mittelwerte mit den jeweiligen Konfidenzintervallen und kontrollierten diese auf eine Überschneidung mit dem Mittelwert des Referenzbereiches.

Liegt dieser Wert außerhalb des Konfidenzintervalls, kann von einer signifikanten Abweichung ausgegangen werden. Die Stichproben waren normal verteilt.

Der Vergleich des ionisierten Magnesiums erfolgte analog. Zusätzlich wurde auch der prozentuale Anteil des ionisierten Magnesiums am Gesamtserum-magnesiumspiegel ermittelt und somit Unterschiede in der Dynamik beider Magnesiumkonzentrationen geprüft.

Ergebnisse

Ionisiertes Magnesium der Patientengruppe 1

Der ionisierte Anteil des Serum-magnesiums lag bei den Herzinfarktpatienten der Gruppe 1 (3 Tage Magnesium intravenös, danach Magnesium per os) vor Therapiebeginn nicht signifikant unter dem Referenzbereich ($0,54 \pm 0,09$ mmol/l). Im Verlauf der intravenösen Therapie

Verhalten des ionisierten Magnesiums bei Patienten mit akutem Herzinfarkt, die intravenös und per oral Magnesium erhielten

mit Magnesium stiegen die Konzentrationen langsam an und erreichten mit $0,69 \pm 0,09$ mmol/l am 1. bzw. $0,80 \pm 0,15$ mmol/l am 2. Tag Werte, die signifikant über dem Normbereich lagen. Bis zur Entlassung sank die Konzentration des ionisierten Magnesiums auf Werte von $0,62 \pm 0,09$ mmol/l ab, sie lag damit aber immer noch im Referenzbereich. Nach einem Vierteljahr war das ionisierte Serummagnesium mit $0,52 \pm 0,08$ mmol/l wieder unter den Referenzbereich abgesunken, wobei aber keine Signifikanz feststellbar war. Im Verhältnis zur Konzentration des ionisierten Magnesiums der Patienten der Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, obwohl die Therapiegruppe, speziell

vom 2. Tag bis zur Entlassung, etwas höhere Konzentrationen an ionisiertem Magnesium aufwies (vgl. Tab. 1, Abb. 1).

Des weiteren untersuchten wir die Relationen des ionisierten Magnesiums im Serum zum Gesamtserummagnesium und deren Änderungen unter der Magnesiumtherapie. Hierbei zeigte sich, daß Patienten, die zum Zeitpunkt der Blutentnahme kein Magnesium einnahmen, einen höheren ionisierten Anteil des Gesamtserummagnesiums aufwiesen, als die Patienten unter Magnesiumapplikation (s. Tab. 2). Jedoch lagen alle gemessenen Werte im Normbereich und wiesen auch untereinander keine signifikanten Unterschiede auf.

Ionisiertes Magnesium der Patientengruppe 2

Die Konzentration des ionisierten Magnesiums lag vor Therapiebeginn auch in der Therapiegruppe 2 (Patienten erhielten nur die ersten 3 Tage Magnesium intravenös) nicht signifikant unter dem Referenzbereich ($0,52 \pm 0,08$ mmol/l). An den nächsten Tagen folgte ein starker Anstieg des ionisierten Magnesiums. Mit $0,78 \pm 0,15$ mmol/l erreichte die Konzentration des ionisierten Magnesiums am 1. Tag signifikant über dem Referenzbereich liegende Werte. Am 2. Tag lag der Wert bei $0,90 \pm 0,14$ mmol/l und war ebenfalls signifikant gegenüber dem Referenzbereich erhöht. Nach Absetzen der Magnesiumtherapie sank das ionisierte Magnesium wieder in den Referenzbereich ab ($0,63 \pm 0,09$ mmol/l bzw. $0,53 \pm 0,08$ mmol/l) [s. Tab 3 und 4, Abb. 2].

Ionisiertes Magnesium der Kontrollgruppe

Verglichen mit der Konzentration des ionisierten Magnesiums bei den Patienten ohne Magnesiumsubstitution lag lediglich am 2. Tag ein signifikant höherer Wert in der Patientengruppe mit intravenöser Magnesiumtherapie vor ($p = 0,005$). Die Untersuchungen zu allen anderen Zeitpunkten ergaben keine Signifikanz.

Tab. 1: Konzentrationen des ionisierten Magnesiums bei Patienten, die 3 Tage Magnesium intravenös und anschließend bis 1/4 Jahr per os erhielten, im Vergleich zum Normbereich und zu Patienten ohne Magnesiumsubstitution.

(NB = Normalbereich, Ko = Kontrollgruppe, ↓ = verringert, ↑ = erhöht)

| Zeitpunkt | Gruppe 1 (n = 23) | Signifikanz zum NB | Kontrollgruppe (n = 18) | Signifikanz Ko/Gruppe 1 |
|---------------|------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Normalbereich | $0,54 \pm 0,09$ mmol/l | | $0,54 \pm 0,09$ mmol/l | |
| 0. Tag | $0,50 \pm 0,08$ | n. sig. | $0,56 \pm 0,13$ | n. sig (p = 0,52) |
| 1. Tag | $0,69 \pm 0,09$ | sig. ↑ | $0,66 \pm 0,11$ | n. sig (p = 0,58) |
| 2. Tag | $0,80 \pm 0,15$ | sig. ↑ | $0,65 \pm 0,13$ | n. sig (p = 0,1) |
| Entlassung | $0,62 \pm 0,09$ | n. sig. | $0,52 \pm 0,08$ | n. sig (p = 0,41) |
| 1/4 Jahr | $0,52 \pm 0,08$ | n. sig. | $0,55 \pm 0,12$ | n. sig (p = 0,49) |

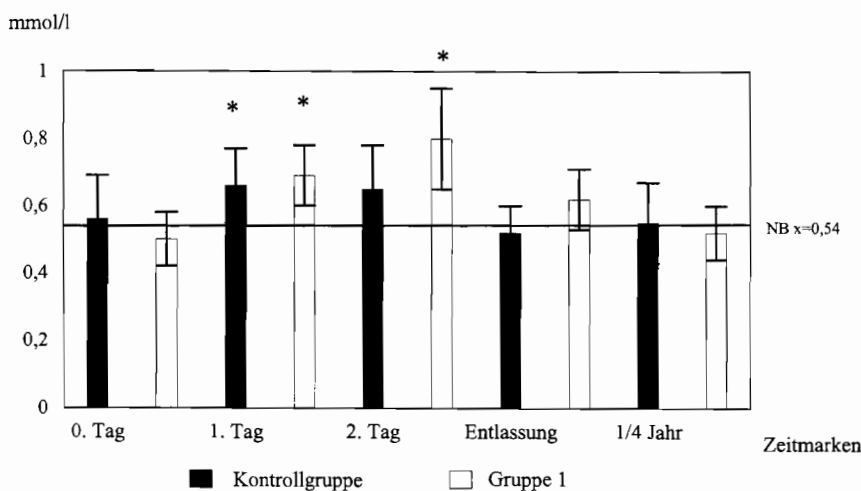


Abb. 1: Konzentrationen des ionisierten Magnesiums bei Patienten, die 3 Tage Magnesium intravenös und anschließend bis 1/4 Jahr per os erhielten (Gruppe 1) und Patienten ohne Magnesiumapplikation (Kontrollgruppe) im Vergleich zum Normalbereich (NB \bar{x} = Mittelwert des Normalbereiches, * = signifikant)

Diskussion

Magnesium ist das vierthäufigste Kation im menschlichen Körper, intrazellulär rangiert es in der Häufigkeit an zweiter Stelle. Der menschliche Körper enthält etwa 1 Mol (24 g) Magnesium; 60 % sind im Knochen, 40 % in Skelettmuskulatur, Leber, Weichteilgeweben und in Erythrozyten enthalten. Nur 1 % des Gesamt-magnesiums findet sich im Blut - 60 % ionisiert, 33 % proteingebunden und 7 % komplexiert mit Phosphat, Zitat u. a. Anionen. Physiologisch aktiv ist nur der freie ionisierte Anteil. Die fixierten Anteile fungierten als Magnesiumpuffer [4]. Magnesium ist Cofaktor von mehr als 300 Enzymreaktionen des Energiemetabolismus, der Protein- und Nukleinsäuresynthese.

Magnesiumgaben in der frühen Phase des akuten Myokardinfarktes vermindern Herzrhythmusstörungen und die

Verhalten des ionisierten Magnesiums bei Patienten mit akutem Herzinfarkt, die intravenös und per oral Magnesium erhielten

Mortalität. *May-Zurawska* fand einen signifikanten Unterschied des ionisierten Magnesiums zwischen Kontrollpersonen und Patienten mit akutem Herzinfarkt (0,54–0,74 mmol/l versus 0,34–0,58 mmol/l im Serum); während das Gesamtmagnesium bei den Kontrollen 0,70–0,98 mmol/l und bei den Patienten 0,60–1,26 mmol/l betrug [5,6].

Bei 1/3 aller Patienten mit einem akuten Myokardinfarkt konnten *Bertschat et al.* [3] erniedrigte ionisierte Magnesiumkonzentrationen (-aktivitäten) beobachten. Die Autoren lasten dies einer erhöhten Konzentration an freien Fettsäuren (Lipolyse!) an. Eine Magnesiumsubstitutionstherapie sollte nach Meinung der genannten Verfasser nur bei erniedrigtem ionisiertem Magnesium durchgeführt werden.

Der eigene Normalbereich für ionisiertes Magnesium (scheinbar gesunde Blutspender) liegt bei $0,54 \pm 0,09$ mmol/l. Bei den Patienten mit akutem Myokardinfarkt wurde das ionisierte Magnesium mit $0,50 \pm 0,08$ bis $0,52 \pm 0,08$ mmol/l am Aufnahmetag bestimmt. Nach 3 Tagen Gabe von 2 g Magnesium/24 Std. (= 82 mmol/l Mg) i.v. stieg das ionisierte Magnesium ($0,80 \pm 0,15$ mmol/l in Gruppe 1 und $0,90 \pm 0,14$ mmol/l in Gruppe 2) parallel zum Gesamtmagnesium (von $0,84 \pm 0,04$ auf $1,36 \pm 0,15$ mmol/l in Gruppe 1 und von $0,79 \pm 0,05$ auf $1,40 \pm 0,19$ mmol/l in Gruppe 2 im Serum) an. Eine länger andauernde perorale Magnesiumapplikation läßt das ionisierte Magnesium (auf $0,52 \pm 0,08$ mmol/l in Gruppe 1 und $0,53 \pm 0,08$ mmol/l in Gruppe 2) wieder absinken.

Eine perorale Magnesiumgabe (300 mg/die) bewirkt keine signifikanten Veränderungen des Gesamt- und ionisierten Magnesiums im Serum. Dagegen wird ein Ansteigen des Erythrozytenmagnesiums im gleichen Zeitraum beobachtet. [11]. Ob die Myokardzelle in ähnlicher Weise reagiert, müßten weitere Untersuchungen zeigen.

Bei einem ausgeglichenen Eiweißstatus und normalen Säure-Basen-Verhältnissen scheinen beide Serum-Parameter eine vergleichbare Aussagekraft bezüglich des Magnesiumstatus zu besitzen. Signifikante Unterschiede bezüglich Komplikationen konnten nur beim Vergleich der Herzinsuffizienzfälle ermittelt werden.

Tab. 2: Prozentualer Anteil des ionisierten Magnesiums an Serummagnesium bei Patienten, die über 3 Tage Magnesium intravenös und anschließend 1/4 Jahr oral erhielten, im Vergleich zum Normalbereich (NB) und zu Patienten ohne Magnesiumsubstitution (Ko = Kontrollgruppe)

| Zeitpunkt | Gruppe 1 (n = 23) | Signifikanz zum NB | Kontrollgruppe (n = 18) | Signifikanz Ko/Gruppe 1 |
|---------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Normalbereich | 60% | | 60% | |
| 0. Tag | $62,01 \pm 10,38$ | n. sig. | $69,16 \pm 15,9$ | n. sig. |
| 1. Tag | $56,76 \pm 7,38$ | n. sig. | $82,35 \pm 13,47$ | n. sig. |
| 2. Tag | $58,89 \pm 11,02$ | n. sig. | $76,78 \pm 15,05$ | n. sig. |
| Entlassung | $60,83 \pm 7,57$ | n. sig. | $60,6 \pm 9,27$ | n. sig. |

Tab. 3: Ionisiertes Magnesium bei Patienten, die nur über 3 Tage Magnesium intravenös erhielten, im Vergleich zum Normbereich und zu Patienten ohne Magnesiumsubstitution (NB = Normalbereich, Ko = Kontrollgruppe, ↓ = verringert, ↑ = erhöht)

| Zeitpunkt | Gruppe 2 (n = 26) | Signifikanz zum NB | Kontrollgruppe (n = 18) | Signifikanz Ko/Gruppe 2 |
|---------------|------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Normalbereich | $0,54 \pm 0,09$ mmol/l | | $0,54 \pm 0,09$ mmol/l | |
| 0. Tag | $0,52 \pm 0,08$ | n. sig. | $0,56 \pm 0,13$ | n. sig (p = 0,49) |
| 1. Tag | $0,78 \pm 0,15$ | sig. ↑ | $0,66 \pm 0,11$ | n. sig (p = 0,16) |
| 2. Tag | $0,90 \pm 0,14$ | sig. ↑ | $0,65 \pm 0,13$ | sig ↓ (p = 0,005) |
| Entlassung | $0,63 \pm 0,09$ | n. sig. | $0,52 \pm 0,08$ | n. sig (p = 0,08) |
| 1/4 Jahr | $0,53 \pm 0,08$ | n. sig. | $0,55 \pm 0,12$ | n. sig (p = 0,65) |

Tab. 4: Prozentualer Anteil des ionisierten Magnesiums am Serumgesamtmagnesium bei Patienten, die über 3 Tage Magnesium intravenös erhielten, im Vergleich zum Normalbereich (NB) und zu Patienten ohne Magnesiumsubstitution (Ko = Kontrollgruppe)

| Zeitpunkt | Gruppe 2 (n = 26) | Signifikanz zum NB | Kontrollgruppe (n = 18) | Signifikanz Ko/Gruppe 2 |
|---------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Normalbereich | 60% | | 60% | |
| 0. Tag | $60,98 \pm 13,0$ | n. sig. | $69,16 \pm 15,9$ | n. sig. |
| 1. Tag | $74,05 \pm 20,87$ | n. sig. | $82,35 \pm 13,47$ | n. sig. |
| 2. Tag | $71,26 \pm 11,77$ | n. sig. | $76,78 \pm 15,05$ | n. sig. |
| Entlassung | $69,1 \pm 9,37$ | n. sig. | $60,6 \pm 9,27$ | n. sig. |

Tab. 5: Serumproteingehalt (g/e) der Patientengruppen und der Kontrollgruppe

| | 0. Tag | 1. Tag | 2. Tag | Entlassungstag | 1/4 Jahr |
|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|
| Kontrollgruppe | $69,0 \pm 5,7$ | $61,9 \pm 11,1$ | $62,4 \pm 4,8$ | $65,05 \pm 4,6$ | $67,8 \pm 4,4$ |
| Gruppe 2 | $60,4 \pm 14,9$ | $58,9 \pm 7,2$ | $59,6 \pm 8,3$ | $56,70 \pm 14,6$ | $63,7 \pm 9,5$ |
| Gruppe 1 | $62,3 \pm 14,8$ | $64,3 \pm 10,8$ | $69,1 \pm 7,6$ | $63,20 \pm 12,2$ | $65,6 \pm 7,0$ |

Während sich in Gruppe 1 die Herzinsuffizienzen von 15 in der Hospitalphase (HP) auf 5 nach einem Vierteljahr und in Gruppe 2 von 15 (HP) auf 6 Fälle signifikant reduzierten, waren in der Kontrollgruppe zu beiden Zeitpunkten 11 herzinsuffizient.

Hinsichtlich Reinfarktrate, kardiogenem Schock und kardiogen bedingten Todesfällen konnten keinerlei Signifikanzen ermittelt werden. Wahrscheinlich ist dazu der Beobachtungszeitraum von einem Vierteljahr zu kurz.

Verhalten des ionisierten Magnesiums bei Patienten mit akutem Herzinfarkt, die intravenös und per oral Magnesium erhielten

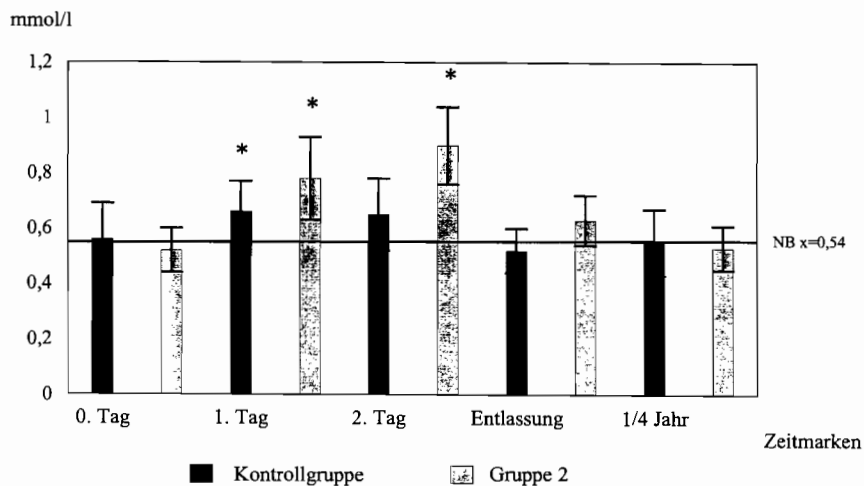


Abb. 2: Ionisiertes Magnesium bei Patienten, die nur über 3 Tage Magnesium intravenös erhielten (Gruppe 2) und Patienten ohne Magnesiumapplikation (Kontrollgruppe) im Vergleich zum Normalbereich (NB \bar{x} = Mittelwert des Normalbereiches, * = signifikant)

Literatur

- [1] *Altura, B.T.; Altura B.M.*: Measurement of ionized magnesium in whole blood, plasma and serum with a new ion selective electrode in healthy and diseased human subjects. *Magn. Trace Elem.* 1991-92, 10 (2-4), 90-98.
- [2] *Altura, B.T.; Bertschat, F.; Allen, J.; Ising, H.; Altura, B.M.*: Comparative findings on serum IMg^{2+} of normal and diseased human subjects with NOVA and KONE ISE for Mg^{2+} . *Scand J. Clin. Lab. Invest.* 54 Suppl. 217, (1994), 77-81.
- [3] *Bertschat, F.; Ising, H.; Günther, T.; Jeremias, A.; Jeremias, E.*: Changes of ionized magnesium and free fatty acids in serum after acute myocardial infarction. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 33 (1995) 553-558.
- [4] *Holtmeier, H.J.*: Das Magnesiummangel-syndrom bei Menschen. In: *H.J. Holtmeier* (Hrsg.): Magnesium und Calcium-Analytik, Physiologie, Pathophysiologie und Klinik, Wiss. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 1995.
- [5] *Maj-Zurawska, M.; Krokowski, M.; Zebrowski, A.; Lewenstam, A.*: Das ionisierte und totale Magnesiumniveau im Blutserum beim akuten Herzinfarkt. 1. Internationales Magnesium-Anwendertreffen, Düsseldorf 1993.
- [6] *Maj-Zurawska, M.*: Clinical findings on human blood with the KONE ISE for

Mg^{2+} *Scand. J. Clin. Lab. Invest. Suppl.* 217 (1994) 69-76.

- [7] *Schuffenhauer, M.*: Magnesium- und Selen-Konzentration im Blut bei Patienten mit chronisch-ischämischer Herzkrankheit mit und ohne akuten Myokardinfarkt. Dissertation, Medizinische Fakultät d. Friedrich-Schiller-Universität Jena (1987).
- [8] *Thiele, R.; Schuffenhauer, M.; Winnefeld, K.; Dawczynsky, H.*: Magnesiumkonzentrationen und Risikofaktoren der chronisch-ischämischen Herzkrankheit bei Patienten mit akutem Myokardinfarkt in einer Langzeitstudie. *Mg.-Bull.* 15, (1993) 13-17.
- [9] *Thiele, R.; Schuffenhauer, M.; Winnefeld, K.; Dawczynsky, H.; Meier, F.*: Magnesiumkonzentrationen in Abhängigkeit von der Lokalisation, Ausdehnung und den Komplikationen des akuten Myokardinfarktes. *Mg.-Bull.* 13, (1991) 58-64.
- [10] *Thiele, R.; Hildebrandt, Th.; Winnefeld, K.; Dawczynsky, H.; Pleißner, J.; Pfeiffer, R.*: Untersuchungen zur Resorption von Magnesium bei Patienten mit akutem Herzinfarkt. *Mg.-Bull.* 16, (1994) 71-76.
- [11] *Thiele, R.; Protze, F.; Winnefeld, K.; Pleißner, J.; Pfeiffer, R.; Gassel, M.*: Applikation von Magnesium (intravenös) bei Patienten mit einem akuten Herzinfarkt und Beeinflussung von tachykarden Herzrhythmusstörungen. *Mg.-Bull.* 19, (1997) 69-73.

Korrespondenz an:
Prof. Dr. R. Thiele, Klinik für Innere Medizin III
der Friedrich-Schiller-Universität, 07740 Jena,
Germany