

# Magnesiumkonzentration und Risikofaktoren der chronisch ischämischen Herzerkrankung bei Patienten mit akutem Herzinfarkt in einer Langzeitstudie

R. Thiele, M. Schuffenhauer, K. Winnefeld, H. Dawczynski

## Zusammenfassung

Bei 88 Patienten (23 Frauen, 65 Männer) mit chronisch-ischämischer Herzerkrankung bzw. akutem Herzinfarkt wurde Magnesium in Serum und Erythrozyten in der Akutphase und in den Rehabilitationsphasen II und III bis zu einem Jahr nach dem akuten Ereignis überprüft.

Ziel war es, den Einfluß von Risikofaktoren (keine, 1, 2, 3 und mehr) auf die Magnesiumkonzentrationen in diesen Kompartimenten zu ermitteln. Die Risikofaktoren waren Hypertonie, Diabetes mellitus, Rauchen und Adipositas.

Es konnten keine einheitlichen signifikanten Unterschiede gefunden werden, auch wenn man die Patienten – unabhängig von der Anzahl der Risikofaktoren – in Hypertoniker, Diabetiker, Raucher und Übergewichtige einteilt. Lediglich Trends ließen sich erkennen.

Als Kontrollgruppe dienten 22 Frauen und 40 Männer ohne Anzeichen einer Herzerkrankung.

Die Ursache für diese nicht eindeutigen Unterschiede kann in der relativ kleinen Patientenzahl in jeder Untergruppe zu suchen sein. Untersuchungen an größeren Patientengruppen sind deshalb angezeigt.

## Summary

In patients (23 women, 65 men) with chronic ischaemic heart disease or acute myocardial infarction magnesium was determined in serum and in erythrocytes in the acute phase and in the rehabilitation phases II and III up to one year after the myocardial infarction.

The aim of this investigations was to prove the influence of risk factors (none, one, two, three and more) on the concentrations of magnesium in these compartments. The risk factors were hypertension, diabetes mellitus, smoking and obesity.

No uniform significant differences could be found also if the patients were divided – independent of the number of risk factors – in hypertonics, diabetics, smokers and patients with obesity. Only trends were visible.

22 women and 40 men without any signs of a heart disease serve as control group.

It could be that the cause for the nonsignificant different results is the small number of patients in each subgroup.

Further investigations with larger groups of patients are needed.

## Résumé

Chez 88 malades (23 femmes et 65 hommes) souffrant de cardiopathie ischémique chronique ou d'infarctus aigu du myocarde, nous avons suivi le taux de magnésium dans le sérum et les érythrocytes à la phase aiguë et pendant les phases II et III de la réhabilitation (jusqu'à un an après l'épisode aigu).

Cette étude avait pour but d'évaluer l'effet des facteurs de risque (0, 1, 2, 3 et plus de 3 facteurs de risque) sur ces concentrations en magnésium. Les facteurs de risque étaient l'hypertension artérielle, le diabète, le tabagisme et l'obésité.

L'étude ne montre pas de différences significatives bien systématisées, même lorsque les malades sont classés en hypertendus, diabétiques, fumeurs et obèses, indépendamment du nombre de facteurs de risque. Nous n'avons constaté que des tendances. Le groupe témoin comprenait 22 femmes et 40 hommes ne présentant pas de risque de cardiopathie. L'absence de différence nette s'explique peut-être par le fait que chaque sous-groupe ne comprenait qu'un nombre relativement faible de malades.

Il convient donc de mener des études sur des effectifs plus importants.

## Einleitung

In einer prospektiven Langzeitstudie von der Dauer eines Jahres konnten wir bei Patienten mit einem akuten Herz-

infarkt nachweisen, daß die Serummagnesiumkonzentration, aber noch deutlicher die Erythrozytenmagnesiumwerte signifikant erniedrigt waren im Vergleich zum Normalbereich und im Vergleich zu den Magnesiumkonzentrationen einer gesunden Vergleichsgruppe. Hier widmeten wir uns der Frage, ob Herzinfarktpatienten mit einem oder mehreren Risikofaktoren der chronisch ischämischen Herzerkrankung Auffälligkeiten im Spiegel des Magnesiums (Serum und Erythrozyten) zeigten.

## Material und Methode

In einer prospektiven Studie untersuchten wir bei Patienten mit chronisch ischämischer Herzerkrankung und akutem Herzinfarkt (n=88) die Magnesiumkonzentration in Serum und Erythrozyten sowohl in der Akutphase als auch in den Rehabilitationsphasen II und III bis zu einem Jahr nach dem akuten Ereignis. Der Herzinfarkt war entsprechend den Richtlinien der WHO nach Anamnese, Elektrokardiogramm und Fermentkonstellation gesichert. Es handelte sich um 65 Männer und 23 Frauen.

Aus der Abteilung für Internistische Intensivtherapie (Leiter: Prof. Dr. med. habil. R. Thiele) der Klinik für Innere Medizin (Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. habil. S. Müller) und der Naturwissenschaftlich-technischen Abteilung (Leiter: OA Dr. nat. habil. K. Winnefeld) der Klinik für Chirurgie (Direktor: Prof. Dr. med. habil. H. Schröder) des Bereiches Medizin der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Das Durchschnittsalter der gesamten Patientengruppe betrug 63,2 Jahre, das der Männer 62,5 und das der Frauen 65,0 Jahre.

Als Kontrollgruppe diente eine Gruppe von 49 gesunden Probanden. Sie bestand aus 40 Männern mit einem Durchschnittsalter von 48,3 Jahren und 22 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 44,9 Jahren. Die Serummagnesiumkonzentration dieser Gruppe deckte sich mit dem Normalbereichsmittelwert von gesunden Blutspendern. Für die Erythrozytenmagnesiumkonzentration der Herzinfarktpatienten dienten die mit derselben Gruppe (n=49) ermittelten Werte als Vergleichswerte.

Die Blutentnahmen bei den nüchternen Patienten erfolgten zu den Zeitmarken 1., 10., 20. Tag, 1/4, 1/2 und 1 Jahr nach dem Herzinfarkt ereignis. Sowohl das innerhalb einer Stunde nach der Blutentnahme durch Zentrifugation gewonnene Serum als auch das mit EDTA versetzte Blut (1,25 mg EDTA/ml) wurde in speziell gereinigten Plastecanainern bei minus 20 °C aufbewahrt. Die Bestimmung des Serummagnesiums und des Magnesiums im EDTA-stabilisierten Blut erfolgte mittels Flammenatomabsorptionsspektrophotometrie. Es wurde die Standardmethode (Arzneimittelbuch, Akademie-Verlag, Berlin 1985) angewandt.

Der Magnesiumgehalt der Erythrozyten wurde mit folgender Formel berechnet:

$$Mg_{Ery} = \frac{M_{GB} - M_{GS} \times 100\%}{HK} + M_{GS}$$

$Mg_{Ery, B, S}$  = Magnesiumkonzentration in Erythrozyten, Blut, Serum (in mmol/l)

HK = Hämatokrit in %

Für den Vergleich der Elementkonzentrationen wurde der t-Test nach Student angewandt, nachdem zuvor mit dem F-Test auf gleiche Varianz geprüft wurde. Der einfache t-Test diente dem Vergleich des Mittelwertes der Elementkonzentrationen mit dem Normalbereich und der doppelte t-Test dem Vergleich der Mittelwerte unabhängiger Stichproben. Zum Signifikanznach-

weis von Abfall oder Erhöhung der Elementkonzentrationen zu verschiedenen Zeiten nach dem Herzinfarkt bei ein und derselben Untersuchungsgruppe wurde der t-Test für gepaarte Daten verwendet.

Aus dieser Patientengruppe (n=88) mit akutem Herzinfarkt wurden die Patienten mit je einem Risikofaktor der chronisch ischämischen Herzerkrankung wie Hypertonie, Rauchen, Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Adipositas mit mehreren Risikofaktoren oder keinem Risikofaktor bezüglich ihrer Magnesiumkonzentration in Serum und Erythrozyten gegenüber gestellt.

Es galten folgende Kriterien:

*Hypertonie:*

- Blutdruckerhöhung über 160 mmHg systolisch bzw. 95 mmHg diastolisch (entsprechend den WHO-Richtlinien)

*Diabetes mellitus:*

- Nüchternblutzuckerspiegel > 6,66 mmol/l bzw. gestörte Glukosetoleranz

*Hypercholesterinämie:*

- Gesamtcholesterin im Serum > 6,7 mmol/l bzw. LDL : HDL > 3,0

*Rauchen:*

- mehr als 5 Zigaretten pro Tag über mindestens 10 Jahre

*Adipositas:*

- Überschreitung des normalen Körpergewichtes um mehr als 10%; Normalgewicht nach Broca Formel: Körpergewicht in kg = Körperlänge in cm minus 100.

Zunächst erfolgte eine Einteilung der Herzinfarktpatienten in Abhängigkeit von der Anzahl der Risikofaktoren.

- Patienten mit drei oder mehr Risikofaktoren (7,9%)
- Patienten mit zwei Risikofaktoren (34,2%)
- Patienten mit einem Risikofaktor (Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie oder Rauchen), (35,5%)
- Patienten ohne jeglichen Risikofaktor (17,1%).

5,3% der Patienten fielen in keine dieser drei Rubriken, da sie einen hier nicht gesondert betrachteten, weniger bedeutsamen Risikofaktor (z.B. Hyperurikämie) aufwiesen.

Es erfolgte ein Vergleich zwischen den Elementkonzentrationen des 1., 10. und 20. Tages der Patienten mit drei und mehr Risikofaktoren, denen der Patienten mit zwei und denen der Patienten ohne Risikofaktoren.

Zur genauen Analyse wurde die Gruppe mit einem Risikofaktor in vier Untergruppen (6 Hypertoniker, 9 Diabetiker, 6 Raucher, 6 Patienten mit Hypercholesterinämie) geteilt, deren Elementkonzentrationen des 1., 10. und 20. Tages verglichen wurden.

Im weiteren erfolgte eine Einteilung der Patienten unabhängig von der Anzahl der Risikofaktoren pro Patient in die Gruppen Hypertoniker, Diabetiker, Patienten mit Hypercholesterinämie und Raucher. Die durchschnittlichen Konzentrationen des 1. und 10. Tages dieser Gruppe wurden sowohl miteinander als auch mit denen der Kontrollpersonen bzw. mit dem Normalbereich (Serummagnesium) verglichen. Die hypertonen Herzinfarktpatienten wurden darüber hinaus noch mit 13 Patienten mit essentieller Hypertonie (Stadium I nach WHO) ohne Herzinfarkt verglichen.

Schließlich erfolgte eine Klassifizierung der Herzinfarktpatienten in Abhängigkeit von ihren jeweiligen Elementkonzentrationen des 1. bzw. 10. Tages, und die Häufigkeit des Auftretens von Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie sowie Rauchen in diesen Gruppen wurde verglichen.

## Ergebnisse und Diskussion

Von den Patienten der Herzinfarktgruppe waren 7,9% mit drei oder mehr und 34,2% mit zwei der Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie, Rauchen und Adipositas belastet. 35,5% besaßen nur einen Risikofaktor (Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie oder Rauchen), 17,1% waren völlig frei von Risikofaktoren und 5,3% der Patienten fielen in keine dieser Rubriken. Der Vergleich zwischen Patienten mit drei und mehr, den Patienten mit zwei und den Patienten ohne Risikofaktoren ergab lediglich einen Unterschied zwischen diesen Gruppen. Die Patienten

ohne Risikofaktoren hatten gegenüber den Patienten mit zwei Risikofaktoren am 10. Tag signifikant ( $\alpha=5\%$ ) niedrigere Erythrozytenmagnesiumkonzentrationen.

Im Vergleich zwischen den vier Untergruppen der Patienten mit nur einem Risikofaktor (Hypertoniker, Diabetiker, Raucher, Patienten mit Hypercholesterinämie) stellte sich kein Unterschied im Magnesiumgehalt von Serum und Erythrozyten heraus. Die Hypertoniker hatten am 10. Tag nach dem Herzinfarkt ein signifikant höheres Magnesiumspiegel ( $\alpha=0,1\%$ ) als die Herzinfarktpatienten ohne Risikofaktoren. Die drei anderen Untergruppen unterschieden sich an sämtlichen Tagen nicht von den risikofaktorfreen Patienten. Folgende Ergebnisse wurden beim Vergleich der Untergruppen mit dem Normalbereich erzielt. Die Hypertoniker wiesen am 10. ( $\alpha=5\%$ ) und am 20. Tag ( $\alpha=1\%$ ) erniedrigtes Serummagnesium und nur am 1. Tag ( $\alpha=5\%$ ) erniedrigtes Erythrozytenmagnesium auf. Bei den Diabetikern war am 10. ( $\alpha=5\%$ ) und 20. Tag ( $\alpha=0,1\%$ ) das Serummagnesium und am 1. Tag ( $\alpha=1\%$ ) das Erythrozytenmagnesium erniedrigt. Die Raucher bzw. die Patienten mit Hypercholesterinämie hatten nur am 20. Tag ( $\alpha=5\%$  bzw.  $\alpha=1\%$ ) einen erniedrigten Serummagnesiumspiegel, während die Erythrozytenmagnesiumkonzentration dieser beiden Gruppen keinen Unterschied zur Kontrollgruppe aufwies.

Im weiteren werden die Risikofaktoren unabhängig von ihrer Anzahl pro Patient betrachtet. Die Abb. 1-4 widerspiegeln die Häufigkeit des Auftretens von Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Rauchen bei Herzinfarktpatienten, welche in Abhängigkeit von ihren Magnesiumkonzentrationen klassifiziert wurden. Es konnte in keinem Fall ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des prozentualen Anteils eines bestimmten Risikofaktors in den verschiedenen Magnesiumkonzentrationsgruppen ermittelt werden, obwohl einige Tendenzen sichtbar sind. Es zeigt sich, daß mehr Hypertoniker in den beiden Gruppen mit geringeren Magnesiumwerten –

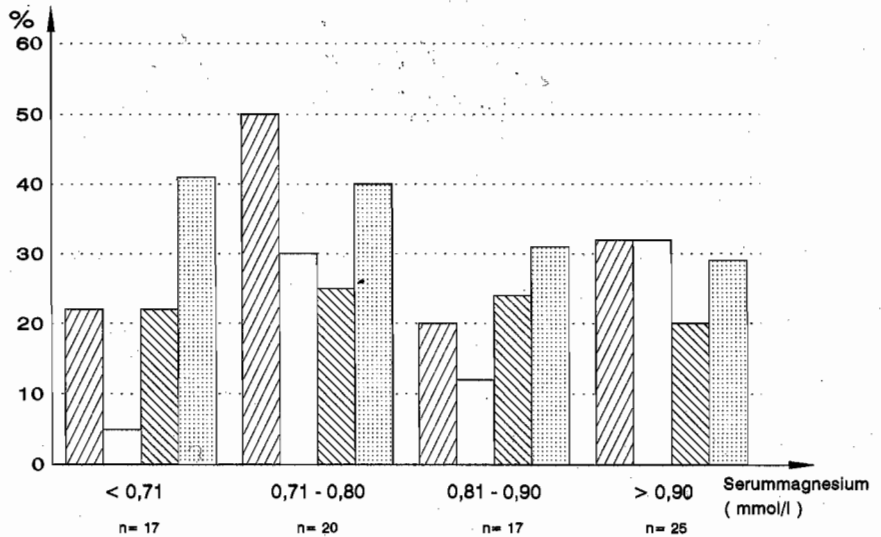


Abb. 1 : Häufigkeit der Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Rauchen bei Herzinfarktpatienten in Abhängigkeit von der Serummagnesiumkonzentration am 1. Tag nach dem Herzinfarkt ereignis.

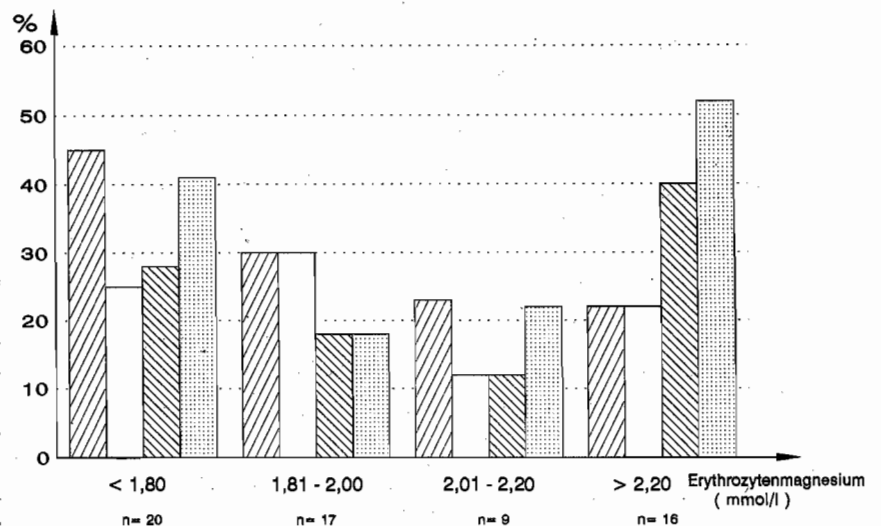


Abb. 2 : Häufigkeit der Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Rauchen bei Herzinfarktpatienten in Abhängigkeit von der Erythrozytenmagnesiumkonzentration am 1. Tag nach dem Herzinfarkt ereignis.

mit Ausnahme des Erythrozytenmagnesiums am 10. Tag – enthalten sind. Bei den Diabetikern ist eine ähnliche Tendenz sichtbar. Die Patienten mit Hypercholesterinämie scheinen zu höheren Magnesiumwerten zu tendieren. Im Fall der Raucher kann aus den Abbildungen kein Zusammenhang mit dem Magnesiumspiegel abgeleitet werden.

Tab. 1 zeigt den Magnesiumspiegel von Herzinfarktpatienten ohne Risikofak-

toren, von Herzinfarktpatienten mit Hypertonie, Diabetes mellitus und Hypercholesterinämie sowie den von Patienten mit essentieller Hypertonie (Stadium I nach WHO) ohne Herzinfarkt, welche als Vergleichspersonen für die Herzinfarktpatienten mit Hypertonie dienen. Es geht daraus hervor, daß die Hypertoniker und Diabetiker unter den Herzinfarktpatienten trotz der in den Abb. 1-4 angedeuteten Tendenz keine niedrigeren, ja zum Teil so-

gar höhere Magnesiumwerte als die Patienten ohne Risikofaktoren aufwiesen. Die Herzinfarktpatienten mit Hypertonie hatten nur am 1. Tag ( $\alpha = 1\%$ ) signifikant geringere Erythrozytenmagnesiumwerte als die Patienten mit essentieller Hypertonie ohne Herzinfarkt. Letztere unterschieden sich nicht signifikant vom Normalbereich bzw. der Kontrollgruppe. Aus zahlreichen Forschungsarbeiten geht hervor, daß ein Zusammenhang zwischen Erkrankungen – welche Risikofaktoren des Herzinfarktes darstellen – und dem Magnesiumgehalt im Blut besteht. So ist z.B. bei Hypertonikern [1,2,16] und Diabetikern [1,5,6,9,8] der Magnesiumspiegel des Serums und der Erythrozyten häufig erniedrigt, wobei die niedrigen Magnesiumkonzentrationen bei den Ersteren als ein ursächlicher Faktor und bei den Letzteren als Folge der veränderten, diabetischen Stoffwechsellage zu werten sind. Da es auch Hinweise gibt, daß Hypercholesterinämie und Rauchen mit dem Magnesiumstatus in Beziehung stehen [7, 11, 12, 15], wurde der Zusammenhang zwischen Magnesiumspiegel bei Herzinfarkt und Risikofaktoren in der vorliegenden Studie ausführlich untersucht.

Es läßt sich vermuten, daß der Magnesiumspiegel bei Herzinfarktpatienten möglicherweise unabhängig von den jeweiligen Risikofaktoren erniedrigt ist, da sich Herzinfarktpatienten ohne Risikofaktoren und Patienten mit zwei bzw. drei und mehr Risikofaktoren weder in ihren Serum- noch in ihren Erythrozytenmagnesiumkonzentrationen wesentlich voneinander unterschieden. Der Vergleich zwischen den Serum- bzw. Erythrozytenmagnesiumkonzentrationen von vier Gruppen, deren Patienten jeweils mit nur einem Risikofaktor (Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie oder Rauchen) belastet waren, sowie der Vergleich der Magnesiumkonzentration dieser vier Gruppen mit Normalbereich bzw. Kontrollgruppe lieferte keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen Magnesiumkonzentration und einem der Risikofaktoren.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Auswertung dieses statistischen

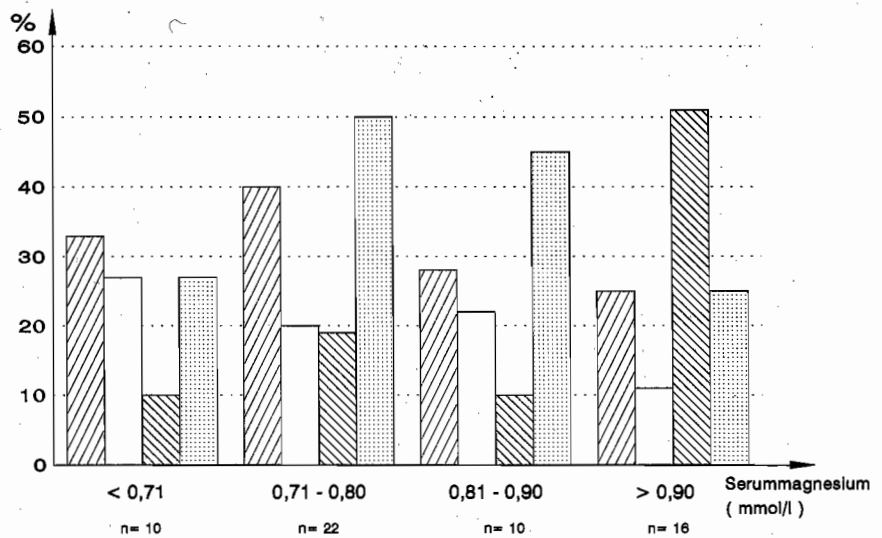


Abb. 3 : Häufigkeit der Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Rauchen bei Herzinfarktpatienten in Abhängigkeit von der Serummagnesiumkonzentration am 10. Tag nach dem Herzinfarktereignis.

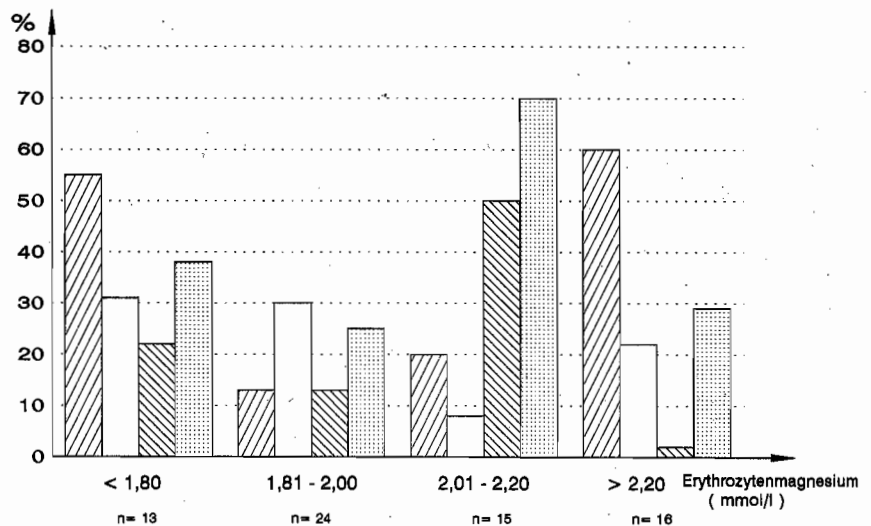


Abb. 4 : Häufigkeit der Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Rauchen bei Herzinfarktpatienten in Abhängigkeit von der Erythrozytenmagnesiumkonzentration am 10. Tag nach dem Herzinfarktereignis.

Vergleiches durch die kleinen Patientenzahlen pro Gruppe (6 Hypertoniker, 9 Diabetiker, 6 Raucher und 6 Patienten mit Hypercholesterinämie) erschwert ist. Ob Herzinfarktpatienten mit Hypertonie oder Diabetes mellitus geringere Magnesiumkonzentrationen aufweisen als andere Herzinfarktpatienten, muß an wesentlich größeren Patientengruppen geprüft werden.

Die Untersuchung der Magnesiumspiegel von Herzinfarktpatienten, welche unabhängig von der Anzahl der Ri-

sikofaktoren mit Bluthochdruck, Diabetes mellitus, Rauchen bzw. Hypercholesterinämie belastet waren, ergab ebenfalls keine eindeutigen Resultate bezüglich des Zusammenhangs zwischen Magnesium und bestimmten Risikofaktoren. Die Häufigkeit von Bluthochdruck war bei den hypomagnesischen Herzinfarktpatienten größer als bei den Patienten mit höheren Magnesiumkonzentrationen, jedoch ließ sich dafür keine Signifikanz nachweisen. Hinsichtlich der durchschnittli-

Tab. 1: Magnesiumkonzentration in Serum und Erythrozyten bei Patienten mit Zustand nach akutem Myokardinfarkt mit den Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes mellitus und Hypercholesterinämie sowie ohne Risikofaktoren und bei Patienten mit essentieller Hypertonie ohne Herzinfarkt.

Herzinfarktpatienten	Serummagnesium (mmol/l); $\bar{x} \pm s$ (n)		Erythrozytenmagnesium (mmol/l); $\bar{x} \pm s$ (n)	
	1. Tag	10. Tag	1. Tag	10. Tag <sup>+</sup>
ohne Risikofaktoren	0,84 ± 0,16 (13)	0,82 ± 0,15 (12)	1,84 ± 0,34 (1)	1,80 ± 0,24 (10)
mit Hypercholesterinämie	0,86 ± 0,19 (18)	0,87 ± 0,15 (17)	1,94 ± 0,39 (17)	1,96 ± 0,23 (15)
mit Diabetes mellitus	0,90 ± 0,18 (17)	0,78 ± 0,10 (16)	1,88 ± 0,45 (15)	2,02 ± 0,34 (15)
mit Hypertonie	0,84 ± 0,15 (26)	0,80 ± 0,15 (24)	1,83 ± 0,42 * (23)	2,09 ± 0,42 (21)
Patienten mit essentieller Hypertonie Stadium I (nach WHO) ohne Herzinfarkt	0,86 ± 0,09 (12)		2,31 ± 0,30* (12)	

+ Zeit nach dem Herzinfarkt ereignis

\* signifikant ( $\alpha = 1\%$ )

chen Serum- bzw. Erythrozytenmagnesiumkonzentration aller hypertonen Herzinfarktpatienten ergab sich keine Erniedrigung, zum Teil sogar eine Erhöhung gegenüber den Patienten ohne Risikofaktoren (s. Tab. 1). *Dyckner* [4] kam zu vergleichbaren Ergebnissen hinsichtlich der Häufigkeit von Bluthochdruck bei Herzinfarktpatienten in Abhängigkeit vom Serummagnesiumspiegel. *Ising et al.* [7] fanden bei Herzinfarktpatienten eine statistisch gesicherte inverse Korrelation von Bluthochdruck und Erythrozytenmagnesiumkonzentration. Die Tatsache, daß sich in der vorliegenden Studie die Patienten mit essentieller Hypertonie (Stadium I nach WHO) ohne Herzinfarkt in ihren Serum- und Erythrozytenmagnesiumkonzentrationen vom Normalbereich bzw. der Kontrollgruppe nicht signifikant unterschieden, steht nicht im Widerspruch zu der oben getroffenen Aussage über erniedrigte Magnesiumspiegel bei Hypertonikern. Bluthochdruck ist nicht generell mit niedrigen Magnesiumkonzentrationen im Blut verbunden, besonders nicht bei Patienten mit leichtem Bluthochdruck. Bei den Patienten mit niedrigeren Magnesiumspiegeln war die Häufigkeit von Diabetes mellitus größer als bei Herzinfarktpatienten mit höheren Magnesiumwerten. Im Gegensatz zu *Dyckner* [4] wurde jedoch für diesen Sachverhalt keine Signifikanz nachgewiesen. Wie bei den Hypertonikern war die durchschnittliche Magnesiumkonzentration der Dia-

betiker nicht gegenüber der der Patienten ohne Risikofaktoren erniedrigt, sondern lag zum Teil sogar höher (s. Tab. 1). Offenbar hatten die meisten Diabetiker, von denen nur drei insulinpflichtig waren, eine relativ gut eingestellte Stoffwechsellage. Der Magnesiummangel bei schlechter Diabeteseinstellung ist bei Verbesserung der Stoffwechsellage reversibel [3]. Die Patienten mit Hypercholesterinämie schienen in der vorliegenden Studie zu höheren Magnesiumwerten zu tendieren, obwohl bisherige Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Magnesium und Fettstoffwechsel umgekehrte Beziehungen ergaben. Magnesiummangel führte im Tierexperiment zur Konzentrationssteigerung von Plasmalipiden wie Cholesterin und Triglyzeriden, während Magnesiumerhöhung den gegenteiligen Effekt bewirkte [3, 12, 13, 14, 15, 16]. Die Rolle des Magnesiums im Lipidstoffwechsel des Menschen ist jedoch relativ wenig untersucht [10] und bedarf der weiteren Klärung [15]. Im Fall der Raucher konnte kein Zusammenhang mit dem Magnesiumspiegel abgeleitet werden, was mit den Resultaten von *Dyckner* [4] übereinstimmt. *Ising et al.* [7] ermittelten eine positive Korrelation zwischen Rauchen und Magnesiumkonzentration, konnten aber keine Erklärung für diesen Zusammenhang geben. Es wird darauf hingewiesen, daß die Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Magne-

siumhaushalt, Herzinfarkt und Risikofaktoren aufgrund der zahlreichen, sich überlagernden Wechselbeziehungen generell – vor allem aber bei relativ geringen Probandenzahlen in den einzelnen Gruppen – schwierig ist.

## Literatur

- [1] *Altura, B. M.; Altura, B. T.*: Interactions of magnesium and potassium on blood vessels – Aspects in view of hypertension. Review of present status and new finding. *Magnesium* 3 (1984) 175–194.
- [2] *Altura, B. T.; Altura, B. M.*: Cardiovascular actions of magnesium: Importance in etiology and treatment of high blood pressure. *Mag-Bull* 9 (1987) 6–21.
- [3] *Bachem, M. G.; Strobel, B.; Jastram, U.; Janssen, E.-G.; Paschen, K.*: Magnesium und Diabetes. *Mag-Bull* 2 (1980) 30–35.
- [4] *Dyckner, T.*: Serum magnesium in acute myocardial infarction. Relation to arrhythmias. *Acta Med. Scand.* 207 (1980) 59–66.
- [5] *Ewald, U.; Gebre-Medin, M.; Tuvemo, T.*: Hypomagnesemia in diabetic children. *Acta Paediatr. Scand.* 72 (1983) 367–371.
- [6] *Fujii, S.; Takemura, T.; Wada, M.; Akai, T.; Okuda, K.*: Magnesium levels in plasma, erythrocyte and urine in patients with diabetes mellitus. *Horm. Metab. Res.* 14 (1982) 161–162.
- [7] *Ising, H.; Bertschat, F.; Ibe, K.; Stoboy, V.; Goossen, C.; Hengst, G.*: Stress-induced Ca/Mg shifts and vascular response in animals and men; comparison to electrolyte alterations in myocardial infarction patients. *Mag-Bull* 8 (1986) 95–103.
- [8] *Johannsson, G.; Danielson, B. G.; Ljunghall, S.; Wibell, L.*: Evidence for a disturbed magnesium metabolism in diabetes mellitus. *Mag-Bull* 3 (1981) 178–180.

- [9] Kauf, E.; Dawczynski, H.; Fischer, G.; Winnefeld, K.: Der Magnesiumgehalt des Plasmas und des Blutes bei insulinabhängigen juvenilen Diabetikern (Typ I). In: Anke, M.; Brückner, C.; Gürtler, H.; Grün, M. (Hrsg.): Mengen- und Spurenelemente, Arbeitstagung 1983. Karl-Marx-Universität Leipzig 1983, S. 277–283.
- [10] Meysing, R.: Wirkung von Magnesiocard auf den Lipidstoffwechsel. Ther. Gegenwart **118** (1979) 1392–1401.
- [11] Murnaghan, D. J.; Ryan, M. P.; Hickey, N. J.; Maurer, B. J.; Hingerty, D. J.; Mulcahy, R.: Magnesium levels in patients with coronary heart disease. J. Artheroscl. Res. **10** (1969) 85–89.
- [12] Rayssiguier, Y.: New data on magnesium and lipid interrelationships in the pathogenesis of vascular diseases. In: Halpern, M. J.; Durlach, J. (Hrsg.): Magnesium Deficiency, First European Congress Magnesium. Karger AG, Basel 1985, S. 122–131.
- [13] Rayssiguier, Y.: Magnesium, lipids and vascular diseases. Magnesium **5** (1986) 182–190.
- [14] Rayssiguier, Y.; Gueux, E.: The reduction of plasma triglyceride clearance by magnesium deficiency in the rat. Magnesium **2** (1983) 132–138.
- [15] Rayssiguier, Y.; Gueux, E.: Magnesium and lipids in cardiovascular disease. J. Am. Coll. Nutr. **5** (1986) 507–519.
- [16] Rayssiguier, Y.; Gueux, E.; Weiser, D.: Effect of magnesium deficiency on lipid metabolism in rats fed a high carbohydrate diet. J. Nutr. **111** (1981) 1876–1883.
- [17] Resnick, L. M.; Gupta, R. K.; Laragh, J. H.: Intracellular free magnesium in erythrocytes of essential hypertension: Relation to blood pressure and serum divalent cations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA **81** (1984) 6511–6515.

Korrespondenz an:  
Prof. Dr. med. habil. Rosemarie Thiele, Abtl. für Internistische Intensivtherapie der Klinik für Innere Medizin, Erlanger Allee 101, O-6902 Jena-Lobeda.