

Journal für
Mineralstoffwechsel

Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen
Orthopädie • Osteologie • Rheumatologie

**Die Konzentration von ionisiertem
Magnesium in biologischen
Flüssigkeiten bleibt bei
ausreichender pH-Korrektur über
Tage konstant**

Klotz W, Herold M

*Journal für Mineralstoffwechsel &
Muskuloskelettale Erkrankungen*
1999; 6 (3), 21-24

Homepage:

**[www.kup.at/
mineralstoffwechsel](http://www.kup.at/mineralstoffwechsel)**

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

Member of the



Indexed in SCOPUS/EMBASE/Excerpta Medica
www.kup.at/mineralstoffwechsel



Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
zur Erforschung des Knochens
und Mineralstoffwechsels



Österreichische Gesellschaft
für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie



Österreichische
Gesellschaft
für Rheumatologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P. b. b. GZ02Z031108M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



DIE KONZENTRATION VON IONISIERTEM MAGNESIUM IN BIOLOGISCHEN FLÜSSIGKEITEN BLEIBT BEI AUSREICHENDER pH-KORREKTUR ÜBER TAGE KONSTANT

IONISIERTES
MAGNESIUM IN
BIOLOGISCHEN
FLÜSSIGKEITEN

Summary

Blood from ten healthy adults was drawn in our laboratory and the concentration of ionized magnesium was measured immediately after blood was taken. Samples for plasma and serum were centrifuged, plasma and serum portioned and the concentration of ionized magnesium determined after 2, 3, 24 and 48 hours by using the ion-selective electrode Nova Stat Profile Ultra. In whole blood the concentration of ionized magnesium was stable for more than two days, in serum and plasma the

concentration was significantly lower after two hours and later compared to whole blood concentration. The reason for the lower magnesium concentrations in serum and plasma was an insufficient pH-correction. If concentration of ionized magnesium is precisely pH-corrected the values in whole blood, plasma or serum are stable for at least two days and are independent from storage temperature (0°C or room temperature). There should not be any objections against shipping samples to determine the concentration of ionized magnesium.

des ionisierten Magnesiums verdrängt wird. Es werden von mehreren Herstellern Analysenautomaten angeboten [3, 6–8], die mit sogenannten ionenspezifischen Elektroden die Bestimmung des freien oder ionisierten Magnesiums aus Vollblut, Plasma oder Serum auch im Routinelabor problemlos durchführen lassen. Alle Analysenautomaten messen neben der Konzentration des ionisierten Magnesiums auch den pH-Wert der Lösung und korrigieren die pH-bedingte Änderung der freien Magnesiumkonzentration durch entsprechende Näherungsformeln. In der Praxis sind die vom Gerät ausgegebenen und pH-korrigierten Werte über einen längeren Zeitraum konstant, spezielle Blutabnahmen oder Aufbewahrungsbedingungen sind nicht erforderlich. Unsere eigene Erfahrung zeigt aber, daß die Konzentrationen des freien Magnesiums in Serum, Plasma oder Vollblut zum Teil deutlich differieren, obwohl die täglich durchgeführte Qualitätskontrolle (Präzisionskontrolle, Richtigkeitskontrolle) den vorgegebenen Sicherheitsanforderungen entspricht. Die systematische Untersuchung von Blutproben gesunder Personen läßt uns vermuten, daß die ionenselektiven Elektroden einen Alterungseffekt aufweisen, der durch die vorgegebene pH-Korrektur nicht kompensiert wird.

ZUSAMMENFASSUNG

10 gesunden Erwachsenen wurde im Labor Blut abgenommen; unmittelbar nach der Abnahme wurde im Vollblut Magnesium gemessen. Im Anschluß an die erste Messung wurden die für die Serum- und Plasmagewinnung abgenommenen Proben zentrifugiert, Serum und Plasma abgehoben und 2, 3, 24 und 48 Stunden nach der Blutabnahme die Konzentration des ionisierten Magnesiums mit ionenselektiver Elektrode auf einem Gerät der Firma NOVA (Stat Profile Ultra) bestimmt. Die Magnesiumkonzentrationen im Vollblut blieben über 2 Tage konstant, die Konzentrationen in Serum und Plasma waren in der ersten Probe nach 2 Stunden signifikant niedriger als im Vollblut und blieben in der Folge weitgehend stabil. Die Ursache der deutlich erniedrigten Werte war eine mangelhafte pH-Korrektur. Bei optimaler pH-Korrektur ist

die Konzentration des ionisierten Magnesiums im Vollblut, Serum oder Plasma über mindestens 2 Tage stabil und wird nicht von der Lagerungstemperatur (0°C oder Zimmertemperatur) beeinflußt. Gegen das Verschicken einer Probe zur Magnesiumbestimmung sollte daher kein Einwand bestehen.

EINLEITUNG

In biologischen Flüssigkeiten gelöstes Magnesium liegt zum Teil in freier oder ionisierter Form vor oder ist an Proteine und Glykoproteine gebunden [1, 2], wobei das Gleichgewicht zwischen freiem und gebundenem Magnesium stark durch den pH-Wert der Lösung beeinflußt wird [3, 4, 5]. Biologisch wirksam ist das freie Magnesium, so daß die bisher übliche kolorimetrische Bestimmung der Konzentration des gesamten Magnesiums zunehmend durch die Bestimmung

MATERIAL UND METHODE

10 gesunden Erwachsenen (5 Frauen, 5 Männer), die freiwillig an der Studie teilnahmen, wurde Blut in mehrere Probenröhrchen abgenommen, aus dem Vollblut unmittelbar nach der Abnahme

Magnesium gemessen, anschließend aus den entsprechenden Röhrchen Serum und Plasma abgetrennt und je zwei Proben Vollblut (Heparin-Blut), Plasma und Serum bereitet. Je eine Probe wurde bei 0°C (Eiswasserbad), die zweite Probe bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Aus allen Proben wurden Magnesiumbestimmungen nach 2, 3, 24 und 48 Stunden durchgeführt.

Die Bestimmung des freien Magnesiums erfolgte auf dem Analysenautomaten Stat Profile Ultra der Firma NOVA [3, 7, 9], der uns für mehrere Wochen von der Firma freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde. Nach Angabe des Herstellers werden die nativ gemessenen Magnesiumwerte entsprechend der Siggaard-Andersen-Gleichung, die die pH-Abhängigkeit des freien Magnesiums beschreibt, nach der nachfolgenden Formel auf den theoretischen pH von 7,4 korrigiert:

$$iMg^{2+} (pH) = iMg^{2+} (7,4) \cdot 10^{x(7,4-pH)}$$

x = Korrekturfaktor

Die statistischen Vergleiche erfolgten durch nichtparametrische Tests (U-Test nach Mann und Whitney, Paartest nach Wilcoxon und Wilcox).

ERGEBNISSE

Bereits zwei Stunden nach der Blutabnahme zeigten sich deutliche und hochsignifikante ($p < 0,001$) Unterschiede zwischen der Konzentration des ionisierten Magnesiums im Vollblut und den Konzentrationen in Serum und Plasma. Die Serum- und Plasma-konzentrationen zeigten auch in

Abbildung 1: Konzentrationen von ionisiertem Magnesium in Vollblut, Serum und Plasma. Aufbewahrung der Proben sowohl bei Raumtemperatur als auch bei 0°C. Die Punkte sind die Mittelwerte von Meßwerten aus je 10 Proben, die Einzelwerte sind nach Vorgabe des Geräteherstellers pH-korrigiert. Bereits 2 Stunden nach Blutabnahme zeigen sich hochsignifikante Unterschiede zwischen der Konzentration im Vollblut und den Konzentrationen in Serum oder Plasma. Unterschiedliche Lagerungstemperaturen scheinen keinen Einfluß auf die Magnesiumkonzentration zu haben.

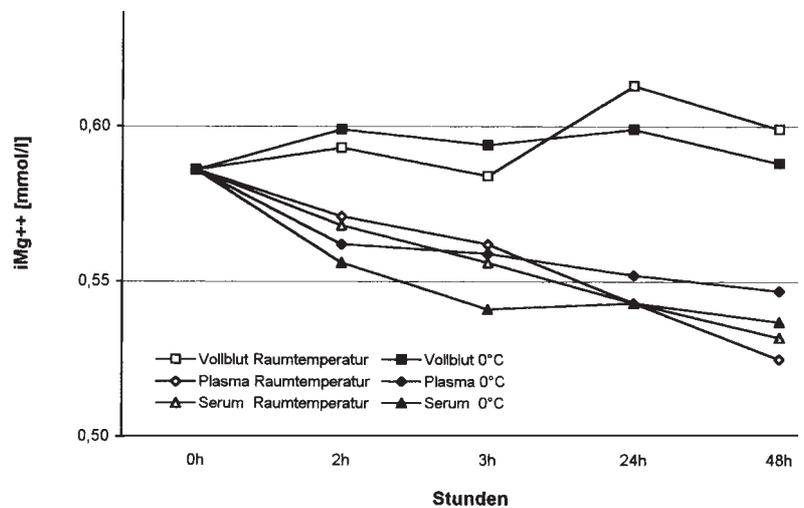
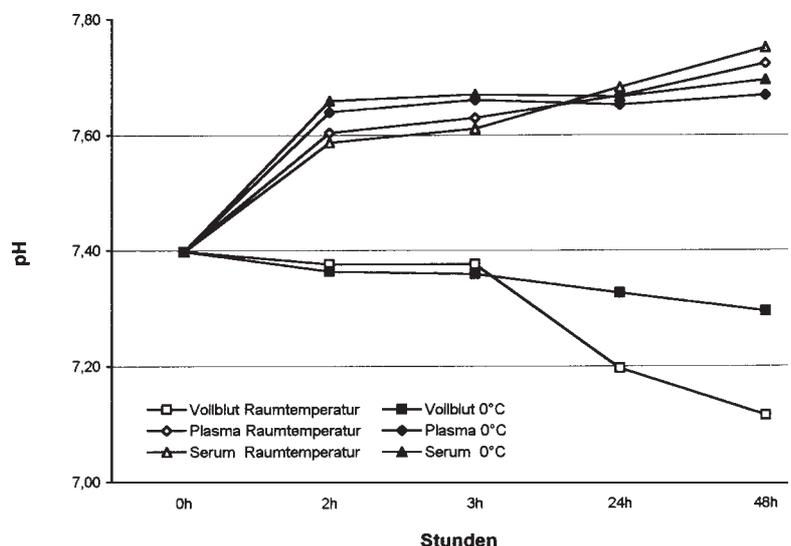


Abbildung 2: Änderung des pH-Wertes im Vollblut, Serum und Plasma bei Lagerung der Proben über 48 Stunden bei Raumtemperatur oder 0°C. Während im Vollblut der pH-Wert über einen längeren Zeitraum konstant bleibt und erst nach 24 Stunden unterschiedliche Lagerungstemperaturen sich bemerkbar machen, zeigt sich bei Serum und Plasma bereits nach 2 Stunden ein hochsignifikanter und deutlicher Anstieg des pH-Werts.



der Folge ein geringgradiges Sinken zu niedrigen Werten, die Vollblutwerte blieben annähernd konstant (Abb. 1).

Die Werte des ionisierten Magnesiums und die gleichzeitig gemessenen pH-Werte zeigen in der Änderung ihrer Werte eine auffallende Analogie (Abb. 2). Wir mußten daher annehmen, daß die vom Hersteller angegebene pH-Korrektur nicht ausreicht. Wir haben den Korrekturfaktor von 0,10 in Stufen zu 0,01 sukzessive verändert, bis die pH-Werte zu allen Zeitpunkten annähernd dem Ausgangswert entsprachen und haben in unserer Serie einen Faktor von 0,25 gefunden. Nach den von uns korrigierten Konzentrationswerten waren die Magnesiumkonzentrationen über 72 Stunden konstant. Es zeigte sich weder ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Probenarten (Vollblut, Plasma, Serum), noch ein signifikanter Unter-

schied zwischen den bei verschiedenen Temperaturen (0°C oder Zimmertemperatur) aufbewahrten Proben. Im Zeitverlauf war in keiner der Proben eine signifikante Änderung zu erkennen (Abb. 3).

DISKUSSION

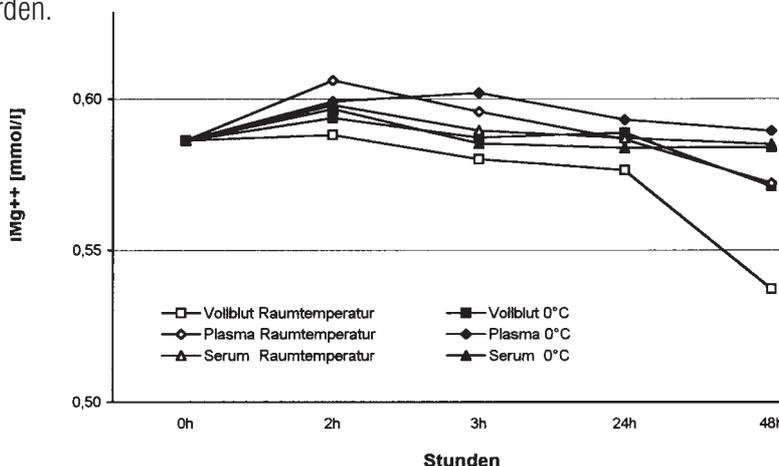
Die Bestimmung des freien oder ionisierten Magnesiums ist mit Hilfe von ionenselektiven Elektroden einfach und zuverlässig durchzuführen. Die bekannte pH-Abhängigkeit des ionisierten Magnesiums wird durch die Siggaard-Andersen-Gleichung ausreichend korrigiert, wobei der optimale Korrekturfaktor vom Hersteller vorgegeben wird. Die auf pH 7,4 korrigierten ionisierten Magnesiumwerte stimmen üblicherweise gut überein und gleichen die bei der Serum- und Plasmapräparation erfolgte pH-

Änderung und deren Einfluß ausreichend aus.

Unsere eigenen Ergebnisse aber zeigten, daß nach der Zentrifugation die Magnesiumwerte in Serum und Plasma signifikant verschieden von den gleichzeitig gemessenen Werten im Vollblut waren. Auch im Zeitverlauf blieb dieser Trend erhalten, obwohl die gleichzeitig durchgeführten Qualitäts- und Richtigkeitskontrollen immer im geforderten Referenzbereich blieben. Der Unterschied bewegte sich in der Größenordnung von 0,10 bis 0,15 mmol/l und war daher nur im Vergleich auffallend, in der Bewertung des Einzelergebnisses waren die Werte immer im Normbereich und daher als beachtenswerte Abweichung nicht erkennbar. Unter der Annahme, daß die pH-Korrektur nicht vollständig war, wurde der in der Siggaard-Andersen-Gleichung verwendete Korrekturfaktor (vorgegeben mit 0,10) von uns in Schritten zu 0,01 sukzessive verändert, bis die Werte von Vollblut, Serum und Plasma annähernd ident waren. Wir nehmen an, daß die notwendige Korrektur die Folge eines Alterungseffektes der Elektrode darstellt.

Im Rahmen der täglichen Gerätewartung und der üblichen Präzisions- und Richtigkeitskontrollen ist uns kein Trend aufgefallen, der uns zum Wechsel der Elektroden angehalten hätte. Auch blieben alle Meßwerte immer im erwarteten Normbereich. Nur der direkte Vergleich zwischen Vollblut und Serum oder Plasma zeigte den markanten Unterschied. Wir würden daher empfehlen, gelegentlich neben den laborüblichen Kontrollen Vollblut und Serum oder Plasma gleichzeitig zu

Abbildung 3: Darstellung der Konzentrationen von ionisiertem Magnesium in Vollblut, Serum und Plasma bei optimaler pH-Korrektur. Bis 48 Stunden nach der Blutabnahme zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede in der Konzentration von ionisiertem Magnesium in Vollblut, Serum oder Plasma und keine Unterschiede, ob die Proben bei Raumtemperatur oder 0°C gelagert wurden.



messen. Sollte sich dabei ein deutlicher Unterschied zeigen, müßten entweder die Elektroden ausgetauscht, oder rechnerisch die Magnesiumwerte nochmals korrigiert werden.

Bei optimaler pH-Korrektur des ionisierten Magnesiumwertes bleiben die Werte über einen längeren Zeitraum konstant, wie es bereits mehrfach beschrieben wurde [9, 10]. Auch unterschiedliche Lagerungsbedingungen haben keinen Einfluß auf die korrigierten Magnesiumwerte. Für die zuverlässige Bestimmung von ionisiertem Magnesium ist es daher weder notwendig, spezielle Abnahmebedingungen einzuhalten, noch die Probe innerhalb weniger Stunden nach der Blutabnahme zu messen oder bei bestimmten Temperaturen aufzubewahren. Gegen das Verschicken einer Probe zur Bestimmung des ionisierten Magnesiums mit normalem Botendienst dürften daher keine Einwände bestehen.

Literatur:

1. Altura BM, Altura BT. Role of magnesium in patho-physiological processes and the clinical utility of magnesium ion selective electrodes. *Scand J Clin Lab Invest Suppl* 1996; 224: 211–34.
2. Külpmann WR. Bestimmung von Elektrolyten im Serum und Serumwasser. *Wien Klin Wochensh* 1992; 192 (Suppl): 37–41.
3. Elin RJ, Hristova EN, Cecco SA, Niemela JE, Rehak NN. Comparison of precision and effect of pH and calcium on the AVL and NOVA magnesium ion-selective electrodes. *Scand J Clin Lab Invest* 1996; 224 (Suppl): 203–10.
4. Ising H, Bertschat F, Günther T, Jeremias E, Jeremias A. Measurement of free magnesium in blood, serum and plasma with an ion-sensitive electrode. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1995; 33: 365–71.
5. Külpmann WR, Gerlach M. Relationship between ionized and total magnesium in serum. *Scand J Clin Lab Invest Suppl* 1996; 224: 251–8.
6. Ritter C, Ghahramani M, Marsoner HJ. More on the measurement of ionized magnesium in whole blood. *Scand J Clin Lab Invest* 1996; 224 (Suppl): 275–80.
7. Thode J, Juul-Jorgensen B, Seibaek M, Elming H, Borresen E, Jordal R. Evaluation of an ionized magnesium-pH

analyzer – NOVA 8. *Scand J Clin Lab Invest* 1998; 58: 127–33.

8. Zoppi F, De Gasperi A, Guagnellini E, Marocchi A, Mineo E, Pazzucconi F, Rossi C, Turrini D. Measurement of ionized magnesium with AVL 988/4 electrolyte analyzer: preliminary analytical and clinical results. *Scand J Clin Lab Invest* 1996; 224 (Suppl): 259–74.

9. Greenway DC, Hindmarsh JT, Wang T, Khodadeen JA, Hebert PC. Reference interval for whole blood ionized magnesium in a healthy population and the stability of ionized magnesium under varied laboratory conditions. *Clin Biochem* 1996; 29: 515–20.

10. Sanders R, Huijgen HJ, Sanders GT. Storage of serum for the determination of ionized magnesium. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1997; 35: 735–6.

Korrespondenzadresse:

*Univ.-Prof. DDr. Manfred Herold
Univ.-Klinik für Innere Medizin
A-6020 Innsbruck, Anichstraße
35*

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)