Elektrolytveränderungen im Plasma und Myometrium während des letzten Schwangerschaftsdrittels

Th. Cunze[1], *L. Spätling*[2], *P. A. Kunz*[3], *F. Fallenstein*[2], *W. Kuhn*[1], *A. Huch*[4]
[1] Universitäts-Frauenklinik Göttingen (Direktor: Prof. Dr. med. *W. Kuhn*)
[2] Universitäts-Frauenklinik Bochum (Direktor: Prof. Dr. med. *K. Quakernack*)
[3] Zentrallabor des Universitätsspitals Zürich (Direktor: Prof. Dr. med. *D. J. Vonderschmitt*)
[4] Universitäts-Frauenklinik Zürich (Direktor: Prof. Dr. med. *A. Huch*)

Zusammenfassung

Da Magnesiumgabe vorzeitige Wehentätigkeit positiv beeinflussen kann, der Magnesiumserumspiegel signifikant erniedrigt und die Magnesiumausscheidung während der Schwangerschaft gesteigert ist, ergibt sich die Frage, ob dadurch der Magnesiumgehalt der Uterusmuskulatur in der Schwangerschaft erniedrigt wird und ob von peripher zu bestimmenden Blutparametern auf die Magnesiumkonzentration im Myometrium geschlossen werden kann. Es werden Magnesium, Kalzium, Natrium und Kalium in Myometrium- und Blutproben von 127 Schwangeren, die durch Kaiserschnitt entbunden wurden, analysiert. In den Blutproben werden zusätzlich die Erythrozytenzahl, das Hämoglobin, der Hämatokrit und die Hormone Östriol, Östradiol und Progesteron bestimmt. Im Verlauf der Schwangerschaft kommt es zu einer Abnahme des Magnesiumgehalts im Myometrium ($p < 0{,}01$) und im Plasma ($p < 0{,}05$). Magnesium im Plasma korreliert mit dem Magnesium im Myometrium ($p < 0{,}001$). Diese Ergebnisse zeigen, daß eine Hypomagnesiämie in der Schwangerschaft zu einem Abfall des Magnesiums im Myometrium führt.

Alteration of the Electrolytes in the Myometrium and Plasma During the Last Trimenon of Pregnancy

It is well known, that magnesium can positively influence preterm labour and that the magnesium level in the plasma is significantly lowered whereby magnesium excretion increases during pregnancy. These results lead to the question, whether the magnesium content in the myometrium is also reduced during pregnancy and whether blood parameters correlate with the concentration of magnesium in the myometrium. Myometrial tissues and blood samples from 127 patients, who underwent a Caesarean section, were analysed for magnesium, calcium, sodium and potassium. Erythrocytes, haemoglobin, haematocrit and the hormones oestradiol, oestriol and progesterone were analysed in the serum. We found a decrease in magnesium in the myometrium ($p < 0.01$) and in the plasma ($p < 0.05$) during pregnancy. Magnesium in the plasma correlates with magnesium in the myometrium ($p < 0.001$). These results indicate, that hypomagnesinaemia during pregnancy decreases the magnesium level in the myometrium.

Einleitung

Da die orale Gabe von Magnesiumsalzen an Patientinnen mit vorzeitiger Wehentätigkeit zu einer Verringerung der uterinen Motilität führt, wird davon ausgegangen, daß ein Magnesiummangel eine wesentliche Rolle bei der Genese der Frühgeburtlichkeit spielt (*Spätling*, 1981). Es konnte gezeigt werden, daß durch eine Magnesiumsubstitution während der gesamten Schwangerschaft eine Reduktion der Frühgeburtlichkeit von 8,2 % auf 2,8 % erreicht werden konnte (*Spätling* u. *Spätling* 1988). Im Blut wird die Magnesiumkonzentration in engen Grenzen konstant gehalten und beträgt 0,70–0,85 mmol/l. Magnesium ist nach Kalium das wichtigste intrazelluläre Kation (*Kuhlmann* u. Mitarb. 1982). Im Zellstoffwechsel ist Magnesium als Co-Faktor von über 300 enzymatischen Reaktionen bekannt. Es ist unter anderem an allen ATP-Aktivierungen beteiligt. Gemeinsam mit Kalzium und Phospholipiden ist Magnesium wesentlich am Aufbau und der Stabilisierung der Zellmembran beteiligt (*Ebel* u. Mitarb. 1975).

In der Schwangerschaft ist eine Abnahme des Serummagnesiumspiegels bekannt (*Spätling* 1981). Auch wurde eine Zunahme der Magnesiumausscheidung während der normalen Schwangerschaft beschrieben (*Spätling* u. Mitarb. 1985). Bezüglich des Intrazellularraums wird eine Konstanthaltung der Elektrolytkonzentration über einen weiten Konzentrationsbereich der Extrazellulärflüssigkeit durch eine intensive Influx-Efflux-Koppelung betrieben (*Ebel* u. *Günther* 1989). Eine Störung der intrazellulären Homöostase der beiden Antagonisten Kalzium und Magnesium scheint geeignet zu sein, eine vorzeitige Wehentätigkeit auszulösen. Für die vorliegende Untersuchung wurde die Hypothese aufgestellt, daß sich der Magnesiumgehalt des Myometriums im Verlauf der Schwangerschaft nicht verändert. Es sollte geprüft werden, ob aus den peripher bestimmbaren Magne-

Geburtsh. u. Frauenheilk. 54 (1994) 362–366
© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York

Heruntergeladen von: Hochschul- und Landesbibliothek Fulda. Urheberrechtlich geschützt.

siumkonzentrationen oder ihrem Verhältnis zu den Elektrolyten Kalzium, Kalium oder Natrium auf die Situation im Myometrium geschlossen werden kann. Entsprechende Untersuchungen liegen bisher nicht vor.

Material und Methode

Es werden Muskel- und Blutproben von 127 Patientinnen analysiert. Das Alter betrug im Mittel 29 ± 5 Jahre, das Gestationsalter bei Entbindung 38 ± 4 Schwangerschaftswochen (SSW). Indikationen zur Durchführung der Operationen sind das Amnioninfektionssyndrom, die Gestose, eine erfolglose Tokolyse, der Geburtsstillstand, Lage- und Einstellungsanomalien, Mißverhältnisse, pathologische Kardiotokogramme, die Placenta praevia und der Wachstumsstillstand.

Nach Entwicklung des Kindes wird jeweils aus der Mitte des oberen Anteils der queren Uterotomie eine ca. 1 cm^3 große Probe entnommen. Sie wird bei −18 °C bis zur Weiterverarbeitung verwahrt. 24 h vor der Aufarbeitung der Myometriumprobe wird das Gewebe bei +4 °C aufgetaut. Nach mehrmaligem Spülen mit Saccharoselösung (0,3 M) wird die Probe mit Zellstoff abgetrocknet, gewogen und in Quarzschälchen gebracht, die mit Hilfe von 0,1 molarer Salzsäure und Aqua bidestillata gereinigt wurden. Die Muskelprobe wird vor und nach der Lyophilisierung gewogen. Die Lyophilisierung erfolgt im Exikator über 6 h. Die Veraschung erfolgt im Muffelofen bei +550 °C über 24 h. Die Asche wird in 1,2 % La_2O_3-Lösung aufgelöst und zur Analyse eingesetzt. Die handelsüblichen Röhrchen mit ammonium-heparinisiertem Blut (Vakutainer, Becton und Dickinson, Meylan, Frankreich) werden für 10 min bei 3500 U/min zentrifugiert. Das Erythrozytensediment wird dreimal mit 0,3 molarer Saccharoselösung gewaschen, zentrifugiert und das Erythrozytensediment anschließend bei −18 °C lysiert. In einer weiteren Serumprobe werden die Elektrolytbestimmung durchgeführt. Erythrozyten- und Leukozytenzahl werden gemeinsam mit Hb und Hk im Routinelabor mit dem Coulter-Counter M530 (Luton, England) bestimmt.

Für die Bestimmung der zweiwertigen Elektrolyte Kalzium und Magnesium wird die Atomabsorptionsphotospektrometrie (AAS) angewendet. Die Emissionsphotometrie wird für die Bestimmung von Kalium und Natrium eingesetzt.

Im Medizinisch-Chemischen-Zentrallabor des Universitätsspitals Zürich wurden in einem Normalkollektiv von fünfzig gesunden, nichtschwangeren und zufällig ausgewählten Frauen die Referenzwerte bestimmt. Die Ergebnisse werden mit Hilfe des Programms dbase III + (Ashton-Tate) gespeichert und mit einem in der UFK Bochum entwickelten Statistikprogramm weiter bearbeitet. Zur Überprüfung von Korrelationen wurde der Student-t-Test für ungepaarte Werte eingesetzt. Nach Überprüfung auf Normalverteilung wird zum Ausschluß falschsignifikanter Korrelationen in Abhängigkeit von Zeitreihen der partielle Korrelationskoeffizient berechnet. Ergebnisse mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ werden als statistisch signifikant angesehen.

Ergebnisse

Von allen Parametern werden der Median (Med) und der Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) berechnet (Tab. 1). Die einzelnen Parameter werden auch in Abhängigkeit vom Gestationsalter betrachtet und auf Unterschiede geprüft (Tab. 2).

Die Schwangerschaftsdauer post menstruationem im untersuchten Kollektiv beträgt im Durchschnitt 38 ± 5 SSW. Die Plasmakonzentration von Magnesium beträgt 0,72 mmol/l ± 0,07 mmol/l. Der gemessene Wert ist gegenüber dem Normalwert von 0,83 mmol/l signifikant erniedrigt ($p < 0,001$). Der Magnesiumgehalt des Erythrozyten 2,56 mmol/l ist gegenüber dem Normalwert von 2,16 mmol/l signifikant erhöht ($p < 0,001$). Magnesium im Plasma ist mit Magnesium im Myometrium hochsignifikant korreliert ($p < 0,001$). Das Magnesium im Plasma ist zum Kalziumgehalt des Myometriums korreliert ($p < 0,05$). Zwischen dem Magnesium im Plasma und dem Kalium im Plasma besteht ebenfalls eine Korrelation ($p < 0,01$). Der Magnesium- und der Natriumgehalt der Erythrozyten sind korreliert ($p < 0,05$). Zwischen dem Magnesium- und dem Kaliumgehalt im Erythrozyten existiert eine hochsignifikante Korrelation ($p < 0,001$). Zwischen Magnesium und Kalzium im Myometrium besteht eine Korrelation ($p < 0,05$). Magnesium im Myometrium (Trockengewicht) ist zum Kaliumgehalt des Myometriums

Tab. 1 Laborparameter im dritten Trimenon der Schwangerschaft. Mittelwerte (MW), Mediane (Med) und Standardabweichungen (SD).

Parameter	Einheit	Med	MW	SD	n
Mg^{++} Plasma	mmol/l	0,73	0,72	0,07	116
Mg^{++} Erythrozyten	mmol/l	2,51	2,56	0,39	70
Mg^{++} TG	mmol/kg	13,97	13,94	3,30	95
Mg^{++} NG	mmol/kg	2,90	2,89	0,67	88
Ca^{++} Plasma	mmol/l	2,16	2,15	0,22	120
Ca^{++} Erythrozyten	mmol/l	0,039	0,053	0,032	112
Ca^{++} TG	mmol/kg	8,62	8,69	1,63	95
Ca^{++} NG	mmol/kg	1,72	1,78	0,34	88
Na^{+} Plasma	mmol/l	133,0	133,4	2,9	124
Na^{+} Erythrozyten	mmol/l	8,02	8,62	2,42	90
Na^{+} TG	mmol/kg	247,8	248,6	68,2	98
Na^{+} NG	mmol/kg	50,31	50,87	11,95	89
K^{+} Plasma	mmol/l	3,90	3,95	0,64	125
K^{+} Erythrozyten	mmol/l	118,3	119,6	14,8	91
K^{+} TG	mmol/kg	96,44	98,16	37,48	97
K^{+} NG	mmol/kg	19,45	19,83	7,11	88
Erythrozyten	T/l	4,04	4,01	0,41	116
Hämoglobin	g/dl	12,3	12,3	1,1	122
Hämatokrit	%	36,0	35,8	3,2	122

TG = Trockengewicht, NG = Naßgewicht

Tab. 2 Signifikante Veränderungen im Schwangerschaftsverlauf. Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzniveaus (p).

Parameter	Einheit	27.–36. SSW MW ± SD (n = 27)	37.–42. SSW MW ± SD (n = 100)	Irrtumswahrscheinlichkeit p
Mg^{++} Plasma	mmol/l	0,76 (0,07)	0,72 (0,07)	< 0,05
Mg^{++} TG	mmol/kg	15,86 (2,93)	13,52 (3,24)	< 0,01
Mg^{++} NG	mmol/kg	3,21 (0,57)	2,81 (0,67)	< 0,01
Ca^{++} Plasma	mmol/l	2,05 (0,20)	2,17 (0,21)	< 0,01
K^{+} Plasma	mmol/l	4,35 (0,80)	3,84 (0,55)	< 0,001
Hämoglobin	mg/dl	11,9 (1,2)	12,4 (1,1)	< 0,05
Hämatokrit	%	34,8 (3,9)	36,1 (2,9)	< 0,01

TG = Trockengewicht, NG = Naßgewicht

Heruntergeladen von: Hochschul- und Landesbibliothek Fulda. Urheberrechtlich geschützt.

hochsignifikant korreliert ($p < 0{,}001$). Magnesium ist hochsignifikant zum Kalium des Myometriums ($p < 0{,}001$) korreliert.

Der Kalziumgehalt im Plasma von 2,15 mmol/l ist gegenüber dem Normalwert von 2,38 mmol/l erniedrigt ($p < 0{,}05$). Das Kalzium ist zum Kalium im Plasma negativ ($p < 0{,}05$) korreliert. Der Kalziumgehalt der Erythrozyten ist mit dem Natriumgehalt korreliert ($p < 0{,}05$). Natrium und Kalium im Erythrozyten sind hochsignifikant korreliert ($p < 0{,}001$). Natrium ist mit Kalium im Myometrium hochsignifikant korreliert ($p < 0{,}001$). Der Normalwert von Kalium im Erythrozyten von 90,8 mmol/l ist signifikant niedriger als der Wert im dritten Trimenon von 119,6 mmol/l ($p < 0{,}01$). Signifikante Korrelationen zwischen den gemessenen Hormonen und dem Elektrolytgehalt im Myometrium konnten nicht nachgewiesen werden.

Die Patientinnen werden in Abhängigkeit von ihrer Schwangerschaftsdauer in zwei Gruppen von der 27.–36. SSW und von der 37.–42. SSW aufgeteilt. Die untersuchten Parameter beider Gruppen werden auf signifikante Unterschiede geprüft (Tab. 2). Der Magnesiumplasmaspiegel zeigt einen signifikanten Abfall im letzten Trimenon ($p < 0{,}05$). Magnesium im Myometrium sinkt im letzten Trimenon ($p < 0{,}01$). Kalzium im Plasma nimmt während des letzten Trimenons zu ($p < 0{,}01$). Kalium im Plasma nimmt signifikant ab ($p < 0{,}001$). Das Hämoglobin ($p < 0{,}05$) und der Hämatokrit ($p < 0{,}01$) nehmen signifikant zu. Die Wasserkonzentration sowie der Kalzium-, Kalium- und Natriumgehalt des Myometriums sind im letzten Trimenon konstant. Der Natriumgehalt des Plasmas und die Erythrozytenzahl bleiben im letzten Trimenon unverändert.

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit kann gezeigt werden, daß Magnesium im Plasma und im Myometrium während des dritten Trimenons der Schwangerschaft abfällt und im Erythrozyten zunimmt. In der vorliegenden Studie liegen die Werte für Magnesium im Plasma mit 0,72 mmol/l um 0,11 mmol/l unter dem Normalwert von nichtschwangeren Frauen. Die in der Literatur angegebenen Werte für Magnesium sind durch die unterschiedlichen Meßmethoden erheblich beeinflußt. Die früher benutzte colorimetrische Bestimmung ist der hier angewandten AAS deutlich unterlegen (*Boos* u. Mitarb. 1986). Ein signifikanter Abfall von Magnesium im Plasma von Schwangeren, die Frühgeburtsbestrebungen zeigen, zu Kontrollgruppen von Schwangeren am Termin und Nichtschwangeren wird bereits 1968 von *Stefanini* u. Mitarb. veröffentlicht. Diese Beobachtung wird von weiteren Autoren bestätigt (*Wieland* u. Mitarb. 1980; *Anastasiadis* u. Mitarb. 1981).

In der vorliegenden Studie ist Magnesium im Plasma nicht nur signifikant niedriger als außerhalb der Schwangerschaft, in den zwei Gruppen vor und nach der 36. SSW finden wir einen signifikanten Abfall ($p < 0{,}05$) zum Termin (Abb. 1). Dieses ist mit einem erhöhten Magnesiumbedarf zum Termin erklärbar.

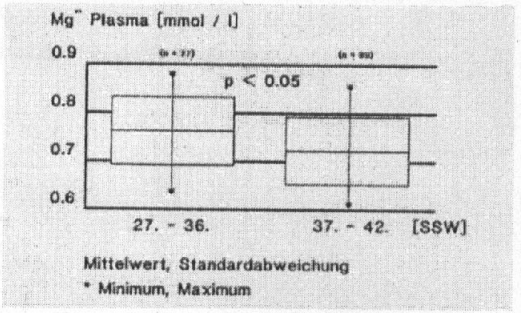

Abb. 1 Veränderungen von Magnesium im Plasma im Schwangerschaftsverlauf.

Die signifikante Korrelation ($p < 0{,}001$) vom Magnesium im Plasma zu dem im Myometrium läßt eine gleichgerichtete Regulierung dieser beiden Parameter vermuten. Da der Plasmamagnesiumgehalt in engen Grenzen konstant gehalten wird (*Günther* 1981 u. *Kuhlmann* u. Mitarb. 1982) und es trotzdem zu einem Abfall in allen untersuchten Kompartimenten kommt, kann man auf ein erhebliches Magnesiumdefizit während der Schwangerschaft schließen. Hierfür kommen bei sonst gesunden Patientinnen grundsätzlich drei Möglichkeiten in Betracht:

- ein erhöhter Magnesiumbedarf,
- eine zu geringe Zufuhr von Magnesium,
- ein erhöhter Verlust von Magnesium.

Sicher sind die einzelnen Punkte nicht isoliert zu betrachten. Die Schwangerschaft bewirkt einen erhöhten Magnesiumbedarf entsprechend des gesteigerten Stoffwechsels der Schwangeren, der seinerseits durch die direkte Beteiligung des Magnesiums an vielen chemischen Reaktionen zu erklären ist. Der Hauptteil des Magnesiums aber wird für den Aufbau des kindlichen Organismus, die Plazenta und den Fruchthalter benötigt. Dieser erheblich gesteigerte Verbrauch muß durch externe Zufuhr gedeckt werden. Schon bei der Normalbevölkerung deckt die tägliche Magnesiumaufnahme nur bei einem Teil den täglichen Bedarf (*Karst* u. *Möhr* 1980). *Fehlinger* u. Mitarb. (1984) beschreiben das Krankheitsbild der tetanischen Reaktionsbereitschaft, eine Magnesiummangelkrankheit, die eng mit Frühgeburtlichkeit korreliert ist. Als weitere Ursache für den Abfall der Magnesiumkonzentration im Plasma während der Schwangerschaft kann ein vermehrter Verlust durch erhöhte Ausscheidung mit dem Urin angenommen werden. Bei einer Studie über die Magnesium- und Kalzium-Ausscheidung im 24 h-Sammelurin konnte nachgewiesen werden, daß die Magnesiumausscheidung während der Schwangerschaft um 26 %, bei Erhöhung der Magnesium-Clearance um 41 % gesteigert wird (*Spätling* u. Mitarb. 1985).

Im Plasma verringert sich der Kalium- und Magnesiumgehalt. Hier könnte der durch Magnesiummangel bedingte Kaliumverlust durch eine gesteigerte Zellmembranpermeabilität als Ursache angenommen werden (*Günther* 1981).

Heruntergeladen von: Hochschul- und Landesbibliothek Fulda. Urheberrechtlich geschützt.

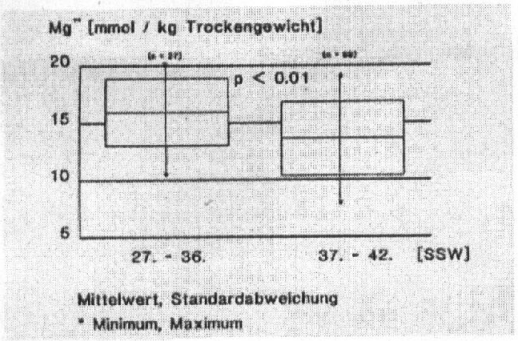

Abb. 2 Veränderung von Magnesium im Myometrium im Schwangerschaftsverlauf (Trockengewicht).

Die hochsignifikante Korrelation zwischen Kalium und Magnesium im Erythrozyten läßt die Vermutung zu, daß beide im Erythrozyten einem ähnlichen Regulationsmechanismus unterliegen. Auch im Myometrium finden wir eine gleichartige hochsignifikante Korrelation zwischen dem Magnesium und dem Kalium, was durch Beobachtungen von *Günther* (1981) unterstützt wird. Die Hoffnung, daß aus dem Magnesiumgehalt der peripher erreichbaren zellulären Fraktion ‚Erythrozyten' auf den intrazellulären Magnesiumgehalt des Myometriums geschlossen werden kann, hat sich nicht erfüllt.

In der vorliegenden Studie ergibt sich während der Schwangerschaft eine Abnahme des Magnesiums im Myometrium (Abb. 2), während der Kalziumgehalt gleich bleibt (Tab. 1). Dieses Ergebnis ist mit einer physiologisch größeren Kontraktionsbereitschaft am Termin vereinbar.

Für Magnesium (TG) wird von *Iyengar* u. Mitarb. (1978) mit 23,5 mmol/kg bei Nichtschwangeren erheblich über dem von uns gemessenen Wert angegeben. Bei der genannten Arbeit wurde die Emissionsspektrophotometrie mit den oben genannten Nachteilen eingesetzt. Angaben über den Magnesiumgehalt im Myometrium schwangerer Frauen sind bei *Hawkins* u. *Nixon* (1961) zu finden. Sie untersuchten kleine Gruppen von drei bis sechs Probandinnen und mit der oben beschriebenen Xylidinblau-Meßmethode den Elektrolytgehalt im Myometrium. Hierbei schwanken die gemessenen Werte erheblich.

Am nichtgraviden Myometrium konnten absteigende Gradienten vom Korpus zur Zervix für Magnesium und Kalium nachgewiesen werden, wobei Magnesium im Korpus um den Faktor 1,38 und Kalium um den Faktor 1,56 größer als im isthmozervikalen Übergang ist. Der gemessene Wert von Magnesium im Isthmus des prämenopausalen Uterus ist 3,00 mmol/kg Naßgewicht (*Cunze* u. Mitarb. 1992). Diese Ergebnisse lassen die Annahme zu, daß der Magnesiumgehalt des Corpus uteri auch während der Schwangerschaft deutlich über dem von uns im Isthmus gemessenen Wert liegt. Untersuchungsergebnisse sind daher nur mit genauer Angabe der Entnahmestelle am Uterus vergleichbar.

Nach *Korenman* u. *Krall* (1977) wird der Transport zwischen dem freien intrazellulären Kalziumpool und dem membrangebundenen Kalzium im Myometrium erheblich vom Magnesium beeinflußt. Bei der Untersuchung subzellulärer Strukturen der Uterusmuskulatur wird von *Cameron* u. Mitarb. (1979) eine Stabilisierung der Ribosomen durch intrazelluläres Magnesium gefunden. Sie führen aus, daß Magnesium und Kalium gemeinsam eine wichtige Rolle bei der Proteinsynthese spielen. *Osa* (1975 a) beschreibt den Einfluß von Magnesium auf die Kontraktion des Myometriums. Magnesium bewirkt eine schnellere Relaxation der glatten Muskulatur, die durch Kaliummangel signifikant verstärkt wird. Magnesium stabilisiert die Zellmembran und beeinflußt hier auch den Austausch von Kalzium, denn bei Erhöhung der extrazellulären Magnesiumkonzentration kommt es zu einer Verringerung des Kalziumeinstroms in die Zelle.

In einer zweiten Veröffentlichung beschreibt *Osa* (1975 b) die Magnesiumwirkung auf die Zellmembran des Myometriums. An der äußeren Zellmembran findet eine kompetetive Hemmung des Kalziumeinstroms durch Magnesiumionen statt. An der inneren Zellmembran reguliert Magnesium die Menge des gebundenen Kalziums, das für die Auslösung der Kontraktion verantwortlich ist. *Huszar* u. *Naftolin* (1984) beschreiben in der Portio uteri Membrantransporte von Kalzium und Magnesium und vermuten einen gemeinsamen spezifischen Kanal. Dieser Kanal sei in vitro durch verschiedene Pharmaka direkt blockierbar und hemme den Austausch beider Elektrolyte. Nach *Popper* u. Mitarb. (1989) wird der Kalziumeinstrom in die Zelle direkt vom extrazellulären Magnesiumgehalt gesteuert, sie erklären die tokolytische Wirkung von Magnesium durch diesen Effekt.

Nach *Csapo* (1977) inhibiert Progesteron bis zur Geburt den Kalziumaktivator, eine Substanz der intrazellulären Kalziumregulierung. Der Progesteronabfall vor der Geburt soll indirekt eine Freisetzung von Kalzium und dadurch die Kontraktion der Uterusmuskulatur bewirken. Daher ist die Kalziumaktivierung im Myometrium der entscheidenste Faktor für die Geburtsauslösung, was von *Huszar* u. *Naftolin* (1984) bestätigt wird. Im physiologischen Bereich scheint für die Kontraktion des Myometriums eher das Verhältnis zwischen Magnesium und Kalzium als bestimmte Absolutwerte eine Rolle zu spielen. Somit kann dem Magnesium eine Schutzwirkung gegenüber der Kontraktionspotenz des Kalziums zugeschrieben werden. Andererseits ist für die Aktivierung des intrazellulären Stoffwechsels sowohl Magnesium als auch Kalzium erforderlich. Für die Genese vorzeitiger Wehentätigkeit kann wahrscheinlich auch die Störung der intrazellulären Homöostase durch ein Magnesiumdefizit verantwortlich gemacht werden, die eine Vielzahl von nachgeschalteten Störungen verursacht (*Spätling* 1985). Nur so ist der positive Effekt der Magnesiumsubstitution auf den Schwangerschaftsverlauf zu erklären (*Spätling* u. *Spätling* 1988).

Der Wassergehalt im Myometrium verändert sich in der vorliegenden Untersuchung nicht und bleibt mit 795 ml/kg konstant, somit kann die Magnesiumabnahme nicht durch die Erhöhung des Wassergehalts zurückgeführt werden. Die Angaben in der Literatur sind

Heruntergeladen von: Hochschul- und Landesbibliothek Fulda. Urheberrechtlich geschützt.

widersprüchlich. Von *Hawkins* u. *Nixon* (1958) wird in einer ersten Untersuchung eine starke Wasseranreicherung im Myometrium während des Schwangerschaftsverlaufs festgestellt. In einer weiteren Untersuchung geben sie hingegen einen konstanten Wassergehalt an (*Hawkins* u. *Nixon* 1961). In der quergestreiften Muskulatur (M. rectus abdominis) wird in der 40. SSW eine starke Wasseranreicherung gefunden (*Cheek* u. Mitarb. 1985).

In der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, daß es im Gegensatz zur bisherigen Annahme zu einer Abnahme des Magnesiumgehalts im Myometrium während der Schwangerschaft kommt. Auch die niedrigen Plasmakonzentrationen während der Schwangerschaft konnten bestätigt werden. Es scheint sich der erhöhte Bedarf und die verstärkte Magnesiumausscheidung über den Urin während der Schwangerschaft in eine Hypomagnesiämie und trotz einer starken zellulären Influx-Efflux-Koppelung (*Casteels* u. Mitarb. 1991) zumindest auf wachsende Gewebe wie den Uterus in der Schwangerschaft in einer intrazellulären Magnesiumerniedrigung auszuwirken. Außer der Magnesiumbestimmung im Plasma erlaubt keiner der untersuchten Parameter eine Verbesserung der Beschreibung der Magnesiumkonzentration im Myometrium.

Literatur

Anastasiadis, P., R. Köhler, M. Rimpler: Pathobiochemie von Mineral- und Spurenelementen. Magnesiumkonzentration im Vollblut und Serum von Schwangeren und Neugeborenen. Z. Geburtsh. u. Perinat. 185 (1981) 100–105.

Boos, N., K. Paschen, B. Strobel: Die Bestimmung des Magnesiums im Serum. Mag. Bull. 8 (1986) 320–332.

Cameron, I. L., T. B. Pool, N. K. Smith: An X-ray microanalysis survey of the concentration of elements in the cytoplasm of different mammalian cell types. J. Cell. Physiol. 3 (1979) 493–501.

Cheek, D. B., O. M. Petrucco, A. Gillespie, D. Ness, R. C. Green: Muscle cell growth and distribution of water and electolyte in human pregnancy. Early Hum. Dev. 3–4 (1985) 293–305.

Csapo, A. I.: The see-saw theory of parturition. Ciba Found. Symp. 1 (1977) 159–210.

Casteels, R., F. Wuytack, L. Raeymaekers, B. Himpens: Calciumtransport ATPases and Calciumcompartments in smooth muscle cells. Z. Kardiol. 80: 7 (1991) 65–68.

Cunze, Th., W. Rath, M. Martin, G. Warnecke, E. Hoffmann, L. Spätling, W. Kuhn: Magnesium- und Kalziumgehalt des prä- und postmenopausalen Myometriums. Geburtsh. Frauenheilk. 52 (1992) 688–692.

Ebel, H., H. G. Classen, P. Marquardt, M. Späth: Zur Pharmakologie und Pharmakokinetik von Magnesium. Münch. med. Wschr. 30 (1975) 1243–1248.

Ebel, H., T. Günther: Magnesium. Med. Klin. 75 (1989) 257–263.

Fehlinger, R., C. Kemnitz, P. Dreißig, M. Egert, K. Seidel: Frühgeburtlichkeit, tetanische Reaktionsbereitschaft und Magnesiummangel: Eine retrospektive Untersuchung an 123 Müttern. Mag. Bull. 2 (1984) 52–59.

Günther, T.: Biochemistry and pathobiochemistry of magnesium. Mag. Bull. 3 (1981) 91–101.

Hawkins, D. F., W. C. W. Nixon: The influence of Östrogen and progesterone on the electrolytes of the human uterus. J. Obstet. Gynecol. 68 (1961) 62–67.

Hawkins, D. F., W. C. W. Nixon: The electrolyte composition of the human uterus in normal pregnancy and labor and in prolonged labor. J. Obstet. Gynaecol. Brit. Emp. 65 (1958) 895–910.

Huszar, G., F. Naftolin: The myometrium and uterine cervix in normal and preterm labor. N. Engl. J. Med. 311 (1984) 571–581.

Iyengar, G. V., W. E. Kollmer, H. J. M. Bowen: The elemental composition of human tissues and body fluids. Verl. Chemie, Weinheim, New York (1978).

Karst, H., M. Möhr: Durchschnittliche K.-, Ca.- und Mg.-Aufnahme normal- und übergewichtiger Männer und Frauen. Z. ges. Hyg. Grenzgeb. 26 (1980) 1–8.

Korenman, S. G., J. F. Krall: The role of cyclic AMP in the regulation of smooth muscle cell concentration in the uterus. Biol. Reprod. 1 (1977) 1–17.

Kuhlmann, U., W. Siegenthaler, G. Siegenthaler: Wasser- und Elektrolythaushalt. In Siegenthaler, W. (ed.): Klinische Pathophysiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1982) 201–233.

Osa, T.: Effects of magnesium and temperature on the phasic and tonic contractions of the potassium contracture in the pregnant rat myometrium. Jap. J. Physiol. 6 (1975 a) 677–691.

Osa, T.: Effects of magnesium and temperature during the recovery process from the potassium contracture of the pregnant rat myometrium. Jap. J. Physiol. 2 (1975 b) 185–199.

Popper, L. D., S. C. Batra, M. Akerlund: The effect of magnesium and calcium uptake and contractility in the human myometrium. Gynecol. Obstet. Invest. 28 (1989) 78–81.

Spätling, L.: Orale Magnesium-Zusatztherapie bei vorzeitiger Wehentätigkeit. Geburtsh. Frauenheilk. 41 (1981) 101–102.

Spätling, L.: Magnesiummangel und vorzeitige Wehentätigkeit. Mag. Bull 3 (1985) 81–86.

Spätling, L., P. A. Kunz, R. Huch, A. Huch: Magnesium and calcium excretion during pregnancy. Mag. Bull 3 (1985) 91–93.

Spätling, L., G. Spätling: Magnesium supplementation in pregnancy. A double-blind-study. Brit. J. Obstet. Gynaecol. 95 (1988) 120–125.

Stefanini, U., T. Vegetti, G. Lupi, F. Bianchi: Ricerche sulla magnesiemia in casi di parto prematuro. Ann. Ost. 1 (1968) 59–64.

Wieland, P., J. A. Fischer, U. Trechsel, H. R. Roth, K. Vetter, H. Schneider, A. Huch: Perinatal parathyroid hormone, vitamin D metabolites, and calcitonin in man. Am. Physiol. Soc. 193 (1980) 385–390.

Dr. med. Thomas Cunze

Universitäts-Frauenklinik Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Heruntergeladen von: Hochschul- und Landesbibliothek Fulda. Urheberrechtlich geschützt.