

Acta Medica Okayama

Volume 2, Issue 3

1930

Article 2

APRIL 1931

Über den Kalzium- und Phosphorgehalt des Parietalknochens des menschlichen Fetus

Inataro Yoshida*

*Okayama University,

Copyright ©1999 OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL. All rights reserved.

Über den Kalzium- und Phosphorgehalt des Parietalknochens des menschlichen Fetus*

Inataro Yoshida

Abstract

Die absolute Menge des Kalziums und Phosphors in einem Parietalknochen beim menschlichen Fetus vermehrt sich mit der Zunahme der Fruchtmonate. Was den Prozentsatz anbelangt, so erniedrigt sich der des Phosphors mit zunehmendem Alter, während sich der des Kalziums erhöht. Da der Gehalt des Parietalknochens an Kalzium und an Phosphor in jedem Fruchtmonat ungefähr einen festen Wert zeigt, so kann man diesen als ein Hilfsmittel bei der Fruchtaltersbestimmung benutzen, wobei zu beachten ist, dass der zentrale Abschnitt des Parietalknochens kalziumreicher ist als der seitliche.

*Copyright (C) OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL

Aus dem Gerichtsärztlichen Institut der med. Universität Okayama.

Über den Kalzium- und Phosphorgehalt des Parietalknochens des menschlichen Fötus.

Von

Inataro Yoshida.

Eingegangen am 29. November 1930.

1. Einleitung.

Die gerichtsärztliche Beurteilung des Entwicklungsgrades des menschlichen Fötus stützt sich von jeher in der Hauptsache auf die anatomischen und histologischen Merkmale. Es ist wohl nicht überflüssig, die für forensische Zwecke in Betracht kommenden entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen, die an den Knochen des Schädels, des Rumpfes und der Glieder eine Altersbestimmung gestatten, kurz anzuführen, da diese Arbeit bezüglich der Knochenanalyse auch in inniger Beziehung zur gerichtsärztlichen Altersbestimmung steht.

Die Knochenentwicklung an den platten Schädelknochen beginnt schon am Ende des 2. und am Anfang des 3. Fruchtmontates und zwar mit der Verkalkung der knorpeligen Anlage der Schuppe des Hinterhauptbeines am Ende der 8. oder zu Anfang der 9. Woche. Die erste knöcherne Anlage der Stirnbeine fällt schon zwischen die 7. und 8. Embryonalwoche. Die Scheitelbeine beginnen in der 10. Entwicklungswoche zu verknöchern. Zu den Knochen des Rumpfes und der Glieder werden die ersten Knochenkerne in der 10. Entwicklungswoche gelegt. Die Verkalkung der Wirbelknochen beginnt in den Bogenstielen der oberen Halswirbel und schreitet davon abwärts fort; in der 12. Woche folgen je ein Verkalkungspunkt in den Wirbelkörpern der Brust- und Lendenwirbel und die beiden letzten Halswirbel, während die Knochenkerne in den Körpern der oberen Halswirbel erst im 5. Monate gelegt werden. Im 6. Schwangerschaftsmonate tritt der oberste Verkalkungspunkt im Körper des Epistropheus auf. Die grösste Bedeutung bei der Altersbestimmung in der gerichtsärztlichen Praxis kommt seit langer Zeit den Knochenkernen in den Knorpelansätzen (Epiphysen) der langen Röhrenknochen und in den Fusswurzelknochen zu, besonders den Kernen in der unteren Epiphyse des Oberschenkels, über dem oberen Ende des Schienbeines und des Oberarmbeines, ferner den Kernen des

I. Yoshida: Über den Kalzium- und Phosphorgehalt des Parietalknochens usw. 327

Fersenbeines, Sprungbeines und Würfelbeines. Der zuerst genannte Knochenkern am unteren Knorpelansatz des Oberschenkels wird in der Regel nicht vor der 36. Schwangerschaftswoche gelegt und liefert daher ein nicht unwichtiges Kennzeichen für die Reife der Neugeborenen. Nach übereinstimmenden Beobachtungen vieler Anatomen, wie *Meckel*, *Barkow*, *Hartmann*, *Hecker*, *Toldt* u. a. entsteht er nur äusserst selten im 8., viel öfter im 9. Fruchtmonat und hat während des 10. Monats zwischen 2.5 und 5.0 mm, an reifen Neugeborenen bis zu 7.0 mm im Durchmesser.

Ausser den oben erwähnten in Beziehung zum Knochen stehenden Merkmalen sind Grösse und Körpergewicht des Fötus die wichtigsten und entscheidenden Merkmale für die Altersbestimmung. Dem Gerichtsarzt bieten diese Durchschnittszahlen genügend sichere Unterlagen für sein Urteil, wenn schon im Einzelnen immerhin nicht unerhebliche Schwankungen sowohl in der Grösse als auch im Gewichte vorkommen. Der Kopfumfang, die Fontanelle, die Wollhaare, die Kopfhaare, der Sitz der Hoden und der Zustand der Nägel bieten Merkmale, die ausschlaggebend sind für den Entwicklungsgrad des Fötus.

Aber wir Gerichtsärzte begegnen sehr häufig solchen Fällen, in denen der Entwicklungsgrad des Fötus nicht mehr durch die oben geschilderten anatomischen und histologischen Merkmale festgestellt werden kann. Wenn auch diese Merkmale des Knochens in der Regel eine grosse Rolle bei der Feststellung des Entwicklungsgrades spielen, so ist der Fötalmonat doch sehr schwer zu bestimmen, wenn Fäulnis und Erweichung infolge Austritts und Begräbnisses des gestorbenen Fötus schon beträchtlich eingetreten oder nur einige Knochenfragmente zurückgeblieben sind; besonders ist dies der Fall, wenn durch Zerreissung oder sonstige Umstände die Form der Knochen zerstört wurde.

Auch in der Embryonalzeit, in der Muskeln, Nerven, Blutgefässe und Gehirn ihre Entwicklung (ihren histologischen Aufbau) fast vollendet haben, vollzieht sich die des Knochensystems noch später und zwar erst am Ende des 3. Fruchtmonates; denn das Knochen-system, abgesehen von den Gesichtsknochen, ist im Knorpelzustande zurückgeblieben; mit zunehmendem Alter tritt dann allmählich die Kalkablagerung ein und die Entwicklung vollendet sich. Daher ist es ganz selbstverständlich, dass sich Kalzium und Phosphor im Knochen mit der Zunahme der Fruchtmonate vermehren. Und wenn man einen ungefähr bestimmten Wert des Kalzium- und Phosphorgehaltes für jeden Schwangerschaftsmonat feststellen könnte, so würde dieser einen Beitrag liefern zu den heute angewandten, oben erwähnten Beurteilungsmitteln für den Entwicklungsgrad des Fötus.

Über die Zusammensetzung der Knochen des Skelettes liegen

mehrere eingehende Untersuchungen vor, aber es erübrigt sich wohl, die umfangreiche Literatur darüber samt ihren Ergebnissen hier anzuführen; ich erwähne nur die Untersuchungen am Skelette des Hundes von *Schrodt*, am Vogelskelette (Gans) von *Hiller*, und am menschlichen Fötalskelette von *Brübacher*¹⁾. *Wildt*²⁾ untersuchte chemisch den Kaninchenknochen in den verschiedenen Altersstufen und erkannte, dass sich die Zusammensetzung der Knochen mit dem Alter ändert. *Radasch*³⁾ führte eingehende Untersuchungen über die organischen Substanzen der verschiedenen Lebensalter beim Menschen aus. Aus *Brübachers* Untersuchungen ergibt sich folgender Vergleich zwischen der Zusammensetzung des Femur eines menschlichen Fötus im 7. Fötalmonat (A) und der des Femur eines 4 jährigen Mädchens (B).

100 Asche	Corticalis		Spongiosa		ganze Femur	
	A	B	A	B	A	B
Ca	51.7%	52.73%	51.58%	51.33%	45.80%	50.97%
MgO	1.26%	1.19%	2.10%	1.22%	1.40%	1.20%
P ₂ O ₅	40.93%	2.10%	42.05%	40.75%	36.75%	39.74%

*Grafenbergers*⁴⁾ Analyse des Kaninchenskelettes deutet darauf hin, dass sich mit zunehmendem Alter CaO und CO₂ vermehren und P₂O₅ sich vermindert. Auch *Weiskes*⁵⁾ Untersuchungen am Hühnerknochen zeigen, dass der Wassergehalt mit dem Alter abnimmt, der CaO-Gehalt sich in nennenswertem Masse steigert, MgO etwas abnimmt, ebenso P₂O₅, während der CO₂-Gehalt sich etwas steigert. Die zahlreichen Analysenresultate *Bibras*⁶⁾, *Lehmans*, *Zaleskys*⁷⁾, u. a. zeigen, dass der Knochen, der seine völlige Ausbildung und Festigkeit erreicht hat, sich nicht mehr wesentlich in seiner Zusammensetzung ändert.

2. Versuchsmaterial und Untersuchungsmethode.

Nachdem der Parietalknochen des menschlichen Fötus gut gewaschen und von Schmutz und Periost befreit ist, wird er getrocknet, in der Reibschale pulverisiert, in dem Trockenschranke bei 110°C getrocknet und mehrere Stunden im Exikator aufbewahrt. Das getrocknete Knochenpulver wird zur Bestimmung des Kalziums und Phosphors benutzt.

Bestimmung des Kalziums: Der nach der Veraschung nach *Stoldt* erhaltene Salzsäureaschenauszug des Knochenpulvers wird zur Entfernung der Phosphorsäure und des Eisens in einem Becherglase mit Ammoniak bis zur schwach sauren Reaktion versetzt und nach Zufügen von Ferrichlorid und Ammonazetat bis zum Sieden erhitzt, der rotbraune

Niederschlag von basisch-phosphorsaurem und basisch-essigsaurem Eisen nach dem Absetzen schnell abfiltriert und mit heissem Wasser, dem einige Tropfen Ammonazetat zugesetzt sind, gewaschen. Da dieser Niederschlag noch Kalzium in sich einschliessen kann, ist es zweckmässig, ihn mit Salzsäure vom Filter weg in das Becherglas zurückzubringen, mit Wasser zu verdünnen, mit Ammoniak zu neutralisieren, mit Essigsäure schwach anzusäuern und nach Zusatz von Ammonazetat aufzukochen, nach dem Absetzen zu filtrieren und auszuwaschen. Das vereinigte Filtrat wird etwas eingeeengt, mit Ammoniak schwach alkalisch gemacht und heiss mit heisser Ammonoxalatlösung gefällt; der entstandene Niederschlag lässt sich hierauf auf dem Wasserbade absetzen. Der abgesetzte Niederschlag wird durch aschenfreien Filter filtriert, 2–3 mal mit heissem Wasser nachgewaschen, getrocknet, geglüht und als CaO gravimetrisch bestimmt.

Bestimmung des Phosphors: Das oben geschilderte getrocknete Knochenpulver wird mit Säuregemisch verascht und nach dem *Neumannschen* Verfahren alkalimetrisch bestimmt.

3. Eigene Versuche.

Unter den zu dieser Untersuchung gebrauchten Knochen standen uns zur Verfügung eine Anzahl von den zur gerichtlichen Untersuchung uns gelieferten Knochen sowie eine Anzahl von anderen, die wir der Güte des Herrn Prof. Dr. *M. Kominami*, Direktors des gerichtsärztlichen Institutes der Kaiserlichen Universität Kyoto, verdanken durften, wofür ich ihm unseren herzlichen Dank ausspreche.

Zunächst wurde der Kalzium- und Phosphorgehalt des Parietalknochens des menschlichen Fötus in verschiedenen Fötalmonaten untersucht (Tabelle 1).

Es geht aus Tabelle 1 deutlich hervor, dass der Kalzium- und Phosphorgehalt des Parietalknochens mit dem Alter zunimmt. Schon früher bestimmte *Brübacher* vergleichend die anorganischen Substanzen von Epiphyse und Diaphyse, Corticalis und Spongiosa der Femur eines 4 jährigen Mädchens und eines Fötus im siebenten Fruchtmonat und gab an, dass selbst an demselben Knochen ein grosser Unterschied im Gehalte an Mineralstoffen sich beobachten lässt, je nach der Verschiedenheit der Abschnitte desselben arteigenen Knochens. Deshalb untersuchte ich dann vergleichend den Kalzium- und Phosphorgehalt des zentralen Abschnittes und des Seitenabschnittes desselben Parietalknochens, was für die forensische Altersbestimmung durch chemische Untersuchung des Knochens von erheblicher Wichtigkeit ist (Tabelle 2).

Tabelle 1.

Föetalmonat	Ca g	Ca %	P g	P %
4	0.081	23.82	0.015	10.65
	0.029	23.17	0.008	9.92
	0.058	24.14	0.017	9.38
	0.046	23.66	0.009	10.12
	0.075	23.88	0.021	10.58
	<u>0.057</u>	<u>23.73</u>	<u>0.014</u>	<u>10.13</u>
5	0.075	26.08	0.047	9.02
	0.087	24.05	0.026	9.33
	0.168	24.48	0.025	9.75
	0.082	24.96	0.038	9.21
	0.111	26.15	0.028	9.41
	<u>0.104</u>	<u>25.14</u>	<u>0.033</u>	<u>9.34</u>
6	0.122	26.51	0.094	9.26
	0.285	26.72	0.072	9.27
	0.271	26.63	0.047	9.31
	0.316	26.94	0.054	9.29
	0.099	24.85	0.028	9.28
	<u>0.216</u>	<u>26.33</u>	<u>0.059</u>	<u>9.28</u>
7	0.406	27.67	0.129	8.57
	0.339	26.95	0.115	9.17
	0.382	27.15	0.135	9.21
	0.379	27.13	0.098	9.13
	<u>0.376</u>	<u>27.22</u>	<u>0.119</u>	<u>9.02</u>
8	0.845	31.50	0.189	7.04
	0.762	28.52	0.211	8.21
	0.752	28.33	0.127	8.53
	0.402	27.35	0.226	8.92
	<u>0.690</u>	<u>28.92</u>	<u>0.188</u>	<u>8.17</u>
9	1.251	34.36	0.356	8.52
	0.992	29.91	0.297	8.73
	1.294	32.76	0.317	8.49
	<u>1.179</u>	<u>34.36</u>	<u>0.323</u>	<u>8.58</u>
10	1.818	35.57	0.318	8.69
	1.319	31.57	0.504	8.13
	1.537	36.24	0.329	7.95
	1.752	36.44	0.396	8.59
	2.250	37.56	0.428	7.29
	<u>1.726</u>	<u>35.87</u>	<u>0.329</u>	<u>8.14</u>

Drittens wird experimentell der Kalzium- und Phosphorgehalt des Kopfknochens neugeborener Kaninchen, unter denen einige sofort nach der Geburt und andere 3-4 Tage darnach getötet worden waren,

bestimmt (Tabelle 3).

Tabelle 2.

Föta- lmonat	Zent.		Seit.		Zent.		Seit.	
	Ca g	Ca %	Ca g	Ca %	P g	P %	P g	P %
4	0.036	24.62	0.032	23.66	0.007	10.12	0.004	10.24
5	0.023	24.85	0.021	24.81	0.013	9.32	0.012	9.33
6	0.029	26.51	0.034	26.35	0.018	9.27	0.021	9.25
7	0.025	27.15	0.022	27.14	0.022	9.20	0.002	9.22
8	0.029	28.33	0.027	27.95	0.015	8.53	0.017	8.54
9	0.027	29.91	0.031	29.12	0.021	8.71	0.019	8.75
10	0.038	36.01	0.031	35.13	0.017	8.51	0.018	8.58

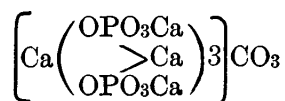
Tabelle 3.

Alter	Asche %	Ca %	P ₂ O ₅ %
Neugeb.	65.71	26.18	26.70
2 Tage	65.90	26.16	27.41
3 "	65.03	27.15	23.81
7 "	67.18	27.45	23.19
10 "	69.11	27.70	23.15
12 "	69.15	27.77	23.14
17 "	69.05	28.69	22.86
20 "	71.80	28.82	22.76
30 "	72.58	31.18	21.13

Erörterung der eigenen Versuchsergebnisse.

Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, betrug die Durchschnittsmenge des Kalziums des Parietalknochens im 4. Fötalmonate 0.057 g (23.73%), und mit der Zunahme der Fruchtmonate steigerte sich ihr absoluter Wert sowie ihr Prozentsatz, um dann im 10. Fötalmonate 1.726 g (35.87%) zu erreichen. Der Phosphorgehalt betrug im 4. Fötalmonate durchschnittlich 0.014 g (10.13%), und seine absolute Menge vermehrte sich deutlich mit zunehmendem Alter, während sich sein Prozentsatz etwas verminderte; dieser sank nämlich im 10. Schwangerschaftsmonate auf 0.395 g (8.14%). Die Tatsache, dass die Prozentsätze des Kalziums und des Phosphors sich mit dem Alterwerden in ihrem Verhältnis zueinander verändern, stimmt mit den Resultaten überein, die *Wildts*, *Grafenberger*⁴⁾ und *Sasaki*⁸⁾ am Kaninchenknochen, *Weiske*⁵⁾ am Hühnerknochen

erzielten. Vor Erörterung dieser Frage muss ich jedoch zunächst flüchtig die chemischen Vorgänge bei der Knochenentwicklung berühren. Seit Jahren hat man eingehend über die anorganische Knochensubstanz geforscht. Trotz der zahlreichen Knochenanalysen und vieler umständlicher Untersuchungen und Berechnungen ist man jedoch bis heute noch zu keinem endgültigen Resultate gekommen. Durch die Fortschritte der Kolloidchemie haben wir immer deutlicher erkannt, dass die hochmolekularen kolloidalen oder den Kolloiden sehr nahe stehenden organischen Körper—zu denen wir ja auch das Ossein rechnen dürfen—die Fähigkeit besitzen, anorganische Elemente durch Adsorption zu binden. Diese Adsorptionsverbindungen stellen zwar eine feste Bindung zwischen den kolloidalen Körpern und den anorganischen Salzen usw. dar, die adsorbierten Mengen der einzelnen Elemente stehen aber durchaus nicht immer in einfachen stöchiometrischen Beziehungen zueinander. Wenn wir uns nun im Knochen die anorganischen Bestandteile oder wenigstens einen Teil von ihnen durch Adsorption an die organische Knochensubstanz gebunden denken, wird es ganz verständlich erscheinen, dass es bisher nicht gelungen ist, eine einfache Formel für die Konstitution auf Grund der Knochenanalyse zu finden. *Hoppe-Seyler* machte darauf aufmerksam, dass sich in den Knochen Phosphorsäure und Kalzium annähernd in den Verhältnissen des Apatites befinden, nämlich $10 \text{ Ca} : 6 \text{ PO}_4$, ein Verhältnis, das dem wesentlichsten und wichtigsten Vorkommen der Phosphate in den Gesteinen entspricht. *Gabriel*⁹⁾ gibt folgende Formel an: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{Ca}_5\text{HP}_3\text{O}_{13} + \text{aqu.}$, wobei 2–3% CaO durch MgO und K_2O , 4–6% P_2O_5 durch CO_2 , Cl und Fl vertreten sein sollen. Neuerdings hat *Gassmann*¹⁰⁾ wichtige Gründe dafür angeführt, dass es sich hier um eine komplexe Verbindung handelt und gibt folgende Formel sowie den Namen Phosphatkalziumkarbonat.



Über den bis dahin völlig ungeklärten chemischen Vorgang der Verkalkung bringen neuere Untersuchungen einige Aufklärung. *Pfaundler*¹¹⁾ hat schon vor etwa 20 Jahren beobachtet, dass ein frischer Knorpel aus der CaCl_2 -Lösung Ca aufnimmt, und glaubt, dass es sich hier um eine Adsorption von Ca handle. *Freudenberger*¹²⁾ und *György* haben in neueren Untersuchungen die *Pfaunderschen* Beobachtungen vollauf bestätigt, dass nämlich die Aufnahme des Kalziums in den Knorpel unter Abgabe von Natrium aus dem Knorpel vor sich geht, und dass es sich wahrscheinlich nicht um eine Adsorptionerscheinung, sondern um eine chemische Bindung des Kalziums unter Austausch gegen Natrium handelt. Die Verbindungen von Kalzium mit den Knorpelkolloiden

vermögen aus Phosphorlösung Phosphorsäure zu binden. Dabei entsteht ein künstlich verkalkter Knorpel, nicht etwa eine rein mechanische Imprägnation des Knorpelkolloides mit den Kalkphosphaten, sondern eine komplexe Verbindung der Kolloide mit den Kalziumphosphaten. Nach *Wells*¹³⁾ konnte unter Umständen die Unterbindung einer Nierenarterie bei Tieren innerhalb weniger Tage eine ausgedehnte Verkalkung herbeiführen. Wir wissen, dass dabei hohe Fettsäuren, die bekanntlich schwer lösliche Kalkseifen bilden, befähigt sind, als Kalkfänger aus dem Blute Kalk aufzunehmen. *Hofmeister*¹⁴⁾ und *Tanaka* brachten verschiedene Organe von Kaninchen (Leber, Muskel u. a.) nebst einem Stück Netz in eine Schale, durch die bei 37°C ein langsamer Strom einer Lösung von saurem Kalziumphosphat und Kalziumkarbonat floss. Nach mehrwöchiger Dauer des Versuches hatte sich im Fette des Netzes soviel Kalk abgelagert, dass es starr geworden war und sich sandig anfühlte. Man hat nun daran gedacht, dass die Bildung von Kalkseifen vielleicht stets der Verkalkung vorangeht. Ein weiterer Faktor, der bei dem Verkalkungsvorgange beteiligt sein könnte, wäre der Abbau der Bluteiweisskörper, die beim Kalktransporte sicherlich eine wichtige Rolle spielen. Wie *Pauli*¹⁵⁾ und *Samiec* gezeigt haben, vermögen die bei der peptischen Verdauung an die Stelle des lösenden Proteins tretenden Abbauprodukte zwar die Löslichkeit von Kalkkarbonat zu erhöhen, die Löslichkeit des Kalkphosphates erscheint jedoch eher erniedrigt. Der physiologische Abbau einer Karbonat und Phosphat enthaltenden Eiweisslösung könnte also vielleicht die Bildung eines der Knochenerde entsprechenden, an Phosphat reichen und an Karbonat armen Niederschlages ermöglichen. Ein weiterer für die Erklärung des Verkalkungsvorganges in Betracht kommender Faktor wäre eine spezifische physikalisch-chemische Affinität des Knorpels und anderer der Verkalkung zugänglicher Gewebsarten zu den Kalksalzen. *Wells*¹⁶⁾, der der Meinung Ausdruck gegeben hat, die Kalkablagerung scheine mehr eine physikalische als eine chemische Erscheinung zu sein, hat Stücke verschiedener Gewebe in die Bauchhöhle von lebenden Kaninchen gebracht und beim Knorpel, im Gegensatz zu anderen Geweben, nach einigen Wochen einen Verkalkungsvorgang beobachtet. Gerade die letzten Jahren haben in der Frage der Verkalkungsvorgänge einen interessanten und bedeutsamen Fortschritt gezeitigt, insofern eine Beziehung der Hexosediphosphorsäure zum Kalkstoffwechsel nicht unwahrscheinlich geworden ist. Dass das Veresterungsprodukt zwischen Zucker und Phosphorsäure bei den Verkalkungsvorgängen im Knochen und Knorpel eine Rolle spiele, ist durch Untersuchungen der Laboratorien *Heubners* in Göttingen einerseits, *Robisons* im Londoner Listerinstitute andererseits nicht unwahrscheinlich geworden.

Um es kurz zu fassen: Bezüglich der Art und Weise, wie Mineral-

stoffe des Knochengewebes aneinander gebunden sind, gehen die Ansichten heute noch auseinander. Deswegen ist es schwer, die Veränderung der beiden Mineralstoffe in ihrem Verhältnis zueinander mit zunehmendem Alter festzustellen, aber die unten geschilderten Tatsachen scheinen eine grosse Bedeutung für die Lösung dieser Frage zu besitzen. Nach *Baimakoff's* Untersuchung vermindert sich die Phosphorsäure im Muskel des menschlichen Fötus mit zunehmendem Alter beträchtlich; einerseits erkannte *Massing*¹⁷⁾, dass sich der Nukleolphosphor in der Kaninchenleber mit dem Älterwerden immer mehr vermindert; andererseits fand *Sasaki* bei der Analyse des Kaninchenknochens, dass der Knochen mit zunehmendem Alter wasserärmer und an Aschen und Kalzium reicher, hingegen an Magnesium und Phosphor ärmer wird. Beim Menschen fand *Kay*¹⁸⁾ als normalen Gehalt an anorganischem Phosphor im Blutplasma 2.5–3.0 mg%, beim Kinde 5.0 mg% und an der Nabelschnur 6.0 mg%. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass ein Individuum je jünger, desto reicher an Phosphor ist. Nach *Langstein*¹⁹⁾ und *Meyer* scheint eine Steigerung der Phosphorretention mit zunehmendem Alter nicht stattzufinden. Ganz kürzlich stellte *Kay* Untersuchungen über die Phosphatase in verschiedenen Geweben an und fand, dass die im Osteoblast und in den hypertrophischen Knorpelzellen enthaltene Phosphatase gerade in der Zeit, wo sich der Knochen noch im Stadium der Entwicklung befindet, eine erhöhte Aktivität zeigt, und auf Grund dieser Beobachtung setzte er voraus, dass das Ferment phosphorsaures Ester hydrolysiert, und infolgedessen eine immer stärkere Auflagerung von Phosphaten in den jungen Knochen veranlasst wird.

Zusammenfassung.

Die absolute Menge des Kalziums und Phosphors in einem Parietalknochen beim menschlichen Fötus vermehrt sich mit der Zunahme der Fruchtmonate. Was den Prozentsatz anbelangt, so erniedrigt sich der des Phosphors mit zunehmendem Alter, während sich der des Kalziums erhöht. Da der Gehalt des Parietalknochens an Kalzium und an Phosphor in jedem Fruchtmonat ungefähr einen festen Wert zeigt, so kann man diesen als ein Hilfsmittel bei der Fruchtaltersbestimmung benutzen, wobei zu beachten ist, dass der zentrale Abschnitt des Parietalknochens kalziumreicher ist als der seitliche.

Literatur.

- ¹ *Brübach*, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 27, S. 523, 1890. — ² *Wildt*, zit. nach

Oppenheimer, Handb. d. Biochem. d. Mensch. u. Tiere, Bd. 4, S. 227, 2. Aufl., 1925. —
³ Radasch, ebenda, S. 226. — ⁴ Grafenberger, ebenda, S. 227. — ⁵ Weiske, ebenda, S.
 227. — ⁶ Bibra, ebenda, S. 229. — ⁷ Zalesky, ebenda, S. 227. — ⁸ Sasaki, Nikazasschi,
 S. 6, 1926 (Japanisch). — ⁹ Gabriel, Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 18, S. 295, 298 u.
 524, 1892. — ¹⁰ Gassmann, Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 70, S. 169, 1910. —
¹¹ Pfandler, Münch. med. Wochenschr. S. 1577, 1903. — ¹² Freudenberg u. György,
 Biochem. Zeitschr. Bd. 101, S. 305, 1920. — ¹³ Wells, zit. nach Otto Fürth, Lehrb. d.
 physiolog. u. patholog. Chem. Bd. 1, S. 324, 1925. — ¹⁴ Hofmeister u. Tanaka, Ascher-
 Spiro: Ergebn. d. Physiolog. Bd. 10, S. 439, 1910. — ¹⁵ Pauli, zit. nach Otto Fürth,
 Lehrb. d. physiolog. u. patholog. Chem. Bd. 1, S. 325, 1925. — ¹⁶ Wells, Biochem.
 Zeitschr. Bd. 165, S. 171, 1925. — ¹⁷ Massing, Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 75, S.
 135, 1911. — ¹⁸ Kay, Lancet, S. 897, 1930. — ¹⁹ Langstein u. Meyer, Lehrb. d.
 Säuglingsernährung u. Stoffwechsel, S. 31, 1924.
