

Title	慢性腎不全患者における副甲状腺機能亢進症のX線診断学的検討 第2報 軟部の石灰沈着
Author(s)	渡辺, 俊一
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1981, 41(8), p. 733-741
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20516">https://hdl.handle.net/11094/20516</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 慢性腎不全患者における副甲状腺機能亢進症の X線診断学的検討

第2報 軟部の石灰沈着

信州大学医学部放射線医学教室

渡 辺 俊 一

(昭和55年10月13日受付)

(昭和56年1月6日最終原稿受付)

## Chronic renal failure and radiological appearance of hyperparathyroidism(2)

Soft-part calcifications

Toshikazu Watanabe

Department of Radiology, Shinshu University School of Medicine

---

Research Code No.: 522

---

Key Words: *Soft-part calcification, Hyperparathyroidism, Chronic renal failure, Hemodialysis*

---

Calcification of a small arterial wall in chronic renal failure has been regarded as a sign of hyperparathyroidism (HPT). This calcification occurs in the media or internal elastic lamina of the arteries and its roentgenographic appearance is a characteristic tubular calcification. However, the atheromatous calcification of the arterial wall (intima) and the calcification of the artificial shunt wall which are often seen in patients undergoing maintenance hemodialysis have not been well clarified. Periarticular calcification has also been regarded as a sign of HPT in chronic renal failure.

The relationship between those calcifications and HPT were studied on 125 patients who were undergoing maintenance hemodialysis for chronic renal failures.

Atheromatous calcifications of the intima had no relation with HPT, but they were related with aging. Calcifications of the media were related with HPT in many cases. However, in a few cases we could not find any relationship with HPT. Calcifications in artificial shunt wall were found in the patients who had bone changes of HPT, and those findings were regarded as one type of metastatic calcium deposits due to HPT.

Periarticular calcifications were seen mostly around hip-joints and shoulder joints. And these findings were seen significantly more often in male than in female. In some cases, periarticular calcifications showed interval changes in their sizes, shapes and densities. However, there was no definite relationship between periarticular calcification and HPT.

## はじめに

慢性腎不全患者にみられる中小動脈壁の石灰沈着は副甲状腺機能亢進症の所見の一つとされている<sup>1)2)</sup>。この石灰沈着は動脈の中膜ないし内弾性板に生じ、そのX線像は管状を呈しかなり特徴的なものである。しかしながら、人工透析を受けている慢性腎不全患者のX線写真には、この中膜ないし内弾性板の石灰沈着のほかに内膜に生じたアテロームへの石灰沈着と思われるものが認められることも少なくない。また、内シャントの壁に生じた石灰沈着も少なからず認められる。

関節周囲に認められる軟部の石灰沈着も慢性腎不全患者では動脈壁の石灰沈着とともに副甲状腺機能亢進症のX線所見とされてきた<sup>3)</sup>。しかしながら人工透析を受けている慢性腎不全患者の関節周囲には比較的小さな円形ないし楕円形の石灰沈着を認めることが少なくない。これらの石灰沈着がはたしてすべて副甲状腺機能亢進症からくるものかどうかは従来あまり検討されていなかった。

そこで定期的に人工透析を受けている慢性腎不全患者の骨変化をみる目的で撮影されたX線写真により血管壁および関節周囲の石灰沈着について検討したところ、若干の新知見が得られたので報告する。

## 対象および方法

定期的に人工透析を受けている慢性腎不全患者の骨変化をみる目的で撮影されたX線写真に認められた血管壁の石灰沈着および関節周囲の石灰沈着をとりあげ検討した。

対象とした症例の年齢構成、性別、透析期間、X線写真の撮影条件は第1報と同様である。

なお血管壁の石灰沈着はX線診断学的に分類した。すなわち、Fig. 1のような管状構造を示すものは中膜ないし内弾性板の石灰沈着とし、Fig. 2のような不規則な形のものには内膜（アテローム）への石灰沈着とした。Fig. 3のようなものは内シャント壁への石灰沈着とした。

## 結 果

血管壁への石灰沈着が認められた部位および症例数は Table 1 のごとくである。

Table 1 Sites of vascular calcifications

	Calcification of shunt wall	Calcification of media	Calcification of intima
Skull		0	11
Pelvis		14	20
Hand	14	8	0
Shoulder		2	0

最も多く認められたのは骨盤である。中膜ないし内弾性板の石灰沈着は内腸骨動脈の分枝にみられ (Fig. 1)、内膜の石灰沈着は外腸骨動脈および股動脈にみられた (Fig. 2)。次いで多いのは頭部で、頭蓋内の内頸動脈の内膜に生じたものとみなされるものである。手と肩ではもっぱら中膜ないし内弾性板の石灰沈着のみであった。

なお、内シャント壁への石灰沈着は、今回の検討部位で内シャントが撮影範囲に含まれるのが手のみであったので、手についてののみ検討できた。腰椎のX線写真では、別に報告したように<sup>4)</sup>、

Table 2 Incidence of vascular calcifications and correlation to age, sex, bone change with hyperparathyroidism (HPT), and duration of dialysis

	Calcification of shunt wall	Calcification of media	Calcification of intima
Age			
20—29 years	3/14	2/14	0/14
30—39	4/26	2/26	1/26
40—49	4/40	8/40	6/40
50—59	3/35	7/35	12/35
60—	0/10	1/10	5/10
Sex			
Male	8/82	12/82	17/82
Female	6/43	8/43	7/43
HPT			
(+)	13/37*	13/37**	7/37
(-)	1/88*	7/88**	17/88
Duration of dialysis			
< 3 y.	0/59***	4/59****	8/59
> 3 y.	14/66***	16/66****	16/66
> 5 y.	11/37	13/37	12/37

\*, \*\*, \*\*\*, \*\*\*\* p&lt;0.01

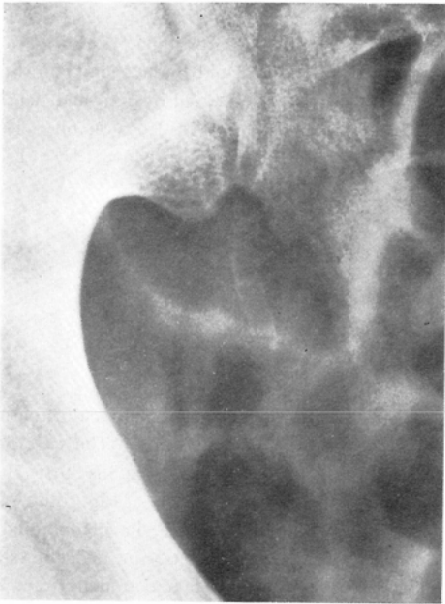


Fig. 1 Calcification of media (internal iliac branch). 29-year-old male.

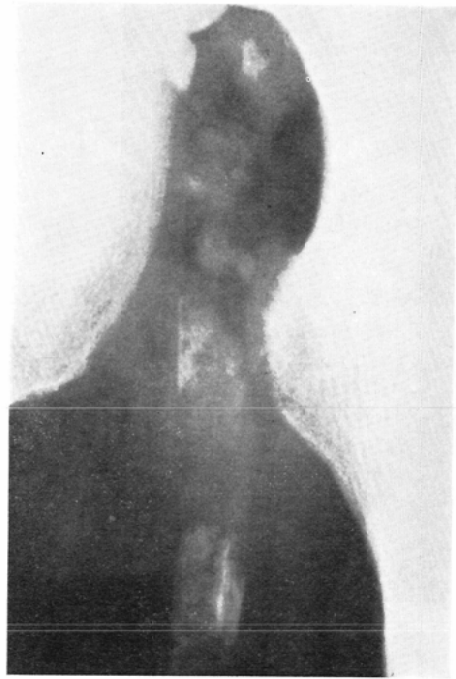


Fig. 2 Calcification of intima (femoral artery). 40-year-old male.

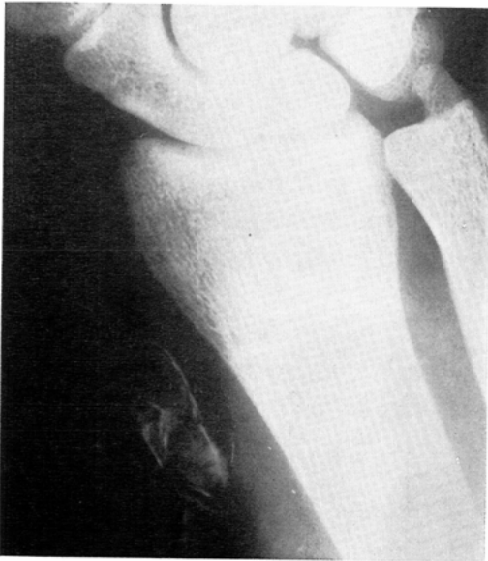


Fig. 3 Calcification of shunt wall. 21-year-old male.

腹大動脈壁への石灰沈着をかなりの症例で認めたが、その分枝の壁への石灰沈着は撮影条件にもよると考えられるが1例も認めなかった。

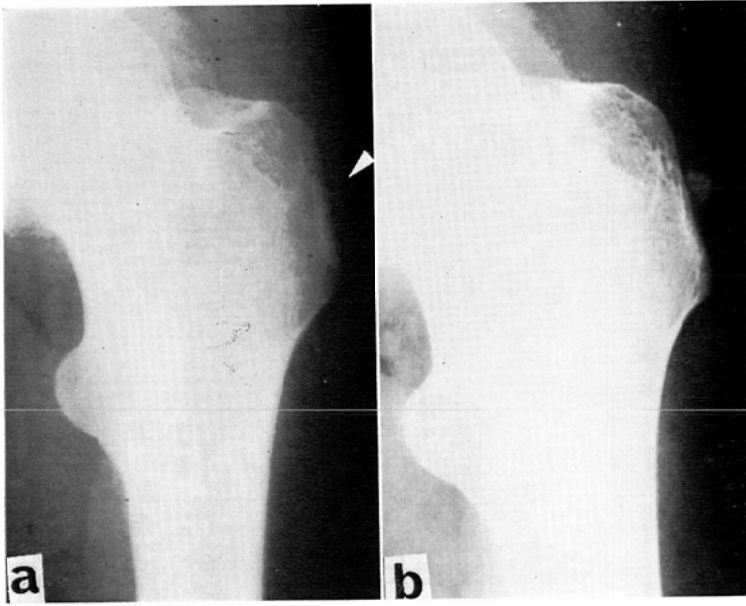
これらの血管壁への石灰沈着が原因となって生じたと考えられる障害はシャント壁への石灰沈着によるものを除いて認めなかった。

年齢、性、および骨変化からみた副甲状腺機能亢進症の有無による出現頻度は Table 2 のごとくである。

年齢別にみた出現頻度は、内シャント壁および中膜ないし内弾性板の石灰沈着については統計的に有意の差を認めなかったが、内膜の石灰沈着については40歳未満と40歳以上の間に1%以下の危険率で有意の差を認めた。

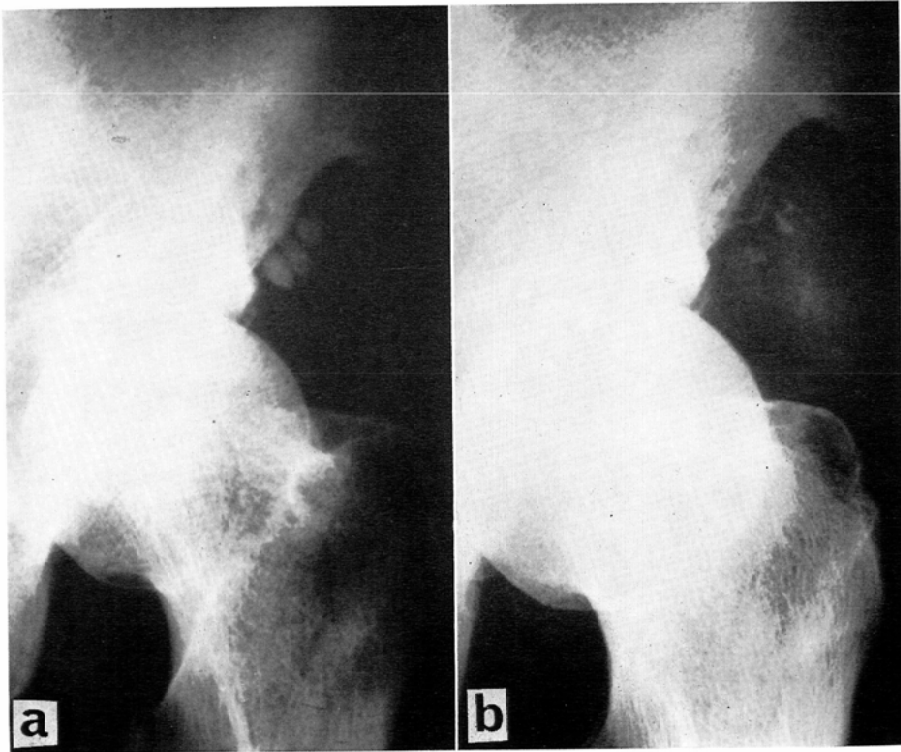
性別との関係では有意の差を認めなかった。

骨における副甲状腺機能亢進症の所見の有無との関係では、内シャント壁および中膜ないし内弾性板への石灰沈着では1%以下の危険率で有意の差を認めたが、内膜の石灰沈着については有意の



←  
Fig. 4 Periarticular calcification. 36-year-old male. The calcification increased its size and density in the interval from October, 1976 (Fig. 4-a) to May, 1978 (Fig. 4-b).

Fig. 5 Periarticular calcification. 51-year-old male. The calcification was found on his first study (March, 1976) (Fig. 5-a). In October, 1976, he complained of left hip-joint pain, and the x-ray film was taken at that time. The calcification was crushed as Fig. 5-b. No calcification was seen on the x-ray film which was taken in March, 1977.



差を認めなかった。

石灰沈着の出現時期を確認したものは中膜ないし内弾性板では15例、内シャント壁では10例あった。中膜ないし内弾性板の石灰沈着は最も早いものが透析導入より14ヶ月後、最も遅いものが95ヶ月後に出現した。その平均は60.50±34.56ヶ月とかなりバラツキが認められた。内シャント壁の石灰沈着は最も早いものが31ヶ月、最も遅いものが84ヶ月で、その平均は55.30±16.07ヶ月であった。

内膜の石灰沈着はほとんどの症例が最初のX線写真にすでに認められていて出現時期を確認できたものは2例のみであった。

透析導入により3年以上経過している症例とそれ以下の症例における出現頻度はTable 2の最下段に示した。内シャント壁の石灰沈着と中膜ないし内弾性板の石灰沈着では1%以下の危険率で有意の差を認めたが、内膜の石灰沈着では有意の差を認めなかった。

関節周囲の石灰沈着を部位別にみたものがTable 3である。股関節の周囲が最も多く、肩関節がこれにつぎ、手は最も少なかった。この石灰沈着には、経時的にみてゆくとFig. 4, 5の症例のようにintervalの変化を認めるものが少なからずあった。intervalの変化としては、増大するもの(Fig. 4)、縮小ないし消失するもの(Fig. 5)、あるいは増大した後縮小ないし消失するものがあった。変化を認めたものの数はTable 3の( )内に記したが、肩関節および手では左右差があるようにもみえるが統計的には有意の差はなかった。

性、年齢、透析期間、骨における副甲状腺機能

Table 3 Sites of periarticular calcifications

Hip joint		Shoulder joint		Hand	
right	left	right	left	right	left
28	31	18	14	5	9
(18)	(22)	(11)	(5)	(2)	(1)

( ) : Interval change (+)

Table 4 Incidence of periarticular calcifications and correlation to age, sex, bone change with hyperparathyroidism (HPT), and duration of dialysis

Age	
20—29 years	4/14
30—39	10/26
40—49	18/40
50—59	17/35
60—	2/10
Sex	
male	39/82*
female	12/43*
HPT	
(+)	18/37 (13/37)
(-)	33/88 (18/88)
Duration of dialysis	
0—11 months	8/26
12—23	4/16
24—35	7/17
36—	32/66

( ) : Interval change (+)

\* p<0.05

亢進症の所見の有無との関係はTable 4のごとくである。

男性では82例中39例(48%)に認め、女性では43例中12例(28%)に認めた。これは5%以下の危険率で有意の差があった。

年齢については、60歳以上のものを除くと年齢とともに増加しているようにもみえるが統計的には差はなかった。

透析期間との関係では、1年未満のものに26例中8例(31%)、1年以上2年未満のものに16例中4例(25%)、2年以上3年未満のものに17例中7例(41%)、3年以上のものに66例中32例(48%)を認めたが、その出現率に有意の差を認めなかった。

骨に副甲状腺機能亢進症による変化を認める症例での出現率は37例中18例(49%)、認めない症例での出現率は88例中33例(38%)でこの間にも有意の差はなかった。

intervalの変化を認めた症例と副甲状腺機能亢進症との関係もみたが、副甲状腺機能亢進症を併

なう症例での変化の出現率が37例中13例(35%)、伴なわない症例でのそれが88例中18例(20%)で有意の差は認めなかった。

なお、ほとんどの症例で、最初に撮影されたX線写真にすでに石灰沈着を認め、出現の時期を確認することはできなかった。

### 考 案

副甲状腺機能亢進症による動脈壁の石灰沈着は中膜ないし内弾性板に生ずるのが特徴的とされている<sup>1)</sup>が、人工透析を受けている慢性腎不全患者ではこのほかに内膜やシャント壁への石灰沈着が少なからず認められるので、これらの血管壁への石灰沈着と副甲状腺機能亢進症との関係を中心に検討してみた。

まず、これらの血管壁の石灰沈着を観察するのに都合のよい部位について考えてみたい。その場合、骨の変化もあわせて観察しやすい部位を選択することが患者の被曝の低減の必要性から大切と考えられる。この条件をみたす部位として手がよいと思われる。手では第1報で報告したように骨の変化が高率に認められるとともに血管壁の変化としては中膜ないし内弾性板の石灰沈着とともに内シャント壁の石灰沈着が観察できる。しかし、手では内膜の石灰沈着が観察できない欠点がある。

被曝の点で問題があるが、骨盤は中膜ないし内弾性板の石灰沈着とともに内膜の石灰沈着が観察できるので重篤な骨の変化が予測される症例ではよい対象となる。

血管壁の石灰沈着の観察に目的をすれば肩が発生頻度が低いということで、また頭部は内膜の変化にかたよるということであまりよい部位とはいえない。

なおこの他に足の側面を推奨する意見もある。<sup>2)</sup>この部位では骨の変化としては踵骨(calcanus)の骨膜下骨吸収が、動脈では足背動脈の変化があわせて観察できるはずである。被曝の低減ということでは手とともに理想的な部位であるが、我々はこの部位の撮影を定期的に行っていないので何ともいえない。

次に、これらの血管壁の石灰沈着といくつかの因子との関係について考えてみたい。

まず年齢との関係である。内シャント壁と中膜ないし内弾性板の石灰沈着については、年齢との関係が明らかでなかったが、内膜の石灰沈着は出現頻度と年齢との間に統計的に有意の差が認められた。内膜の石灰沈着はアテロームへの石灰沈着と考えられる。この結果はすでに報告してある腹大動脈への石灰沈着の検討からえられたものと同じである<sup>4)</sup>。

骨における副甲状腺機能亢進症の所見の有無との関係では全く逆の結果がえられた。すなわち、内シャント壁および中膜ないし内弾性板の石灰沈着と副甲状腺機能亢進症の骨変化との間には関係が認められたが、内膜の石灰沈着には関係が認められなかった。

透析導入により3年以上経過している症例とそれ以下の症例における出現頻度においても同様の結果がえられた。

これらの結果より、内シャント壁と中膜ないし内弾性板の石灰沈着は副甲状腺機能亢進症と密接に関係していると考えられるが、内膜の石灰沈着はあまり関係ないといえる。今回検討した因子のなかで内膜の石灰沈着と関係が認められたのは年齢だけであった。したがってこの現象は腹大動脈の石灰沈着と同様に加齢現象の一つと考えられる。

中膜ないし内弾性板の石灰沈着については、それが慢性腎不全患者にみられるときには副甲状腺機能亢進症の所見とされてきた<sup>1)2)5)6)</sup>。我々の症例でも両者の間にも関係があるという結果が出ている。しかしながら少数ではあるが少なくともX線的には副甲状腺機能亢進症による骨変化が認められない症例にも中膜ないし内弾性板への石灰沈着が認められている。

中膜ないし内弾性板への石灰沈着が認められる可能性のある疾患の一つに糖尿病がある<sup>2)</sup>。しかしながら上述の症例の中には糖尿病患者は含まれていなかった。もう一つの可能性としては腎性骨異常養症の治療として投与されたビタミンDの影

響も考えられないことはない<sup>2)</sup>。しかし、現在使用されている活性型ビタミンD<sub>3</sub>では動脈壁の石灰沈着が消失するという報告もある<sup>7)</sup>。内膜の石灰沈着についてはかなり検討されてきているが<sup>8)</sup>、中膜ないし内弾性板の石灰沈着の出現機序についてもさらに検討すべきであろう<sup>3)</sup>。

内シャント壁の石灰沈着については従来全く検討されていない。そのX線像も摘出物の肉眼的所見もアテロームへの石灰沈着に類似しているが、今回の検討で副甲状腺機能亢進症と密接に関連した現象であることが明らかとなった。これはシャントという「損傷」部への異所性石灰沈着が副甲状腺機能亢進症の存在によって生じたものと考えられる。シャント壁への石灰沈着の中にはその他の異所性石灰沈着と同様に人工透析を続けてゆくと自然に吸収されるものもあり、これが原因でシャントの通過障害が生じない限り除去する必要はないようである。

幸いにして我々の症例では動脈壁の石灰沈着が原因と考えられる合併症はまだ一例もない。しかし文献的にはこれらが原因で四肢の閉塞性動脈疾患が発生したという報告もいくつかある<sup>10)~14)</sup>ので今後も十分に経過をみてゆきたい。

関節周囲の石灰沈着は、動脈中膜ないし内弾性板の石灰沈着とともに慢性腎不全患者にみられるときには、若干の異論もあるが<sup>6)</sup>、副甲状腺機能亢進症の存在を示唆する所見とされてきた。そしてここでとりあげたような円形ないし楕円形ものは関節のう、あるいは靭帯内への石灰沈着とされている<sup>15)</sup>。しかし関節周囲に石灰沈着をきたす疾患は副甲状腺機能亢進症だけとは限らない。Greenfieldは靭帯内に石灰沈着をきたすものとして7疾患、関節のう内にきたすものとして6疾患、それ以外の関節周囲組織内にきたすものとして14疾患をあげている<sup>16)</sup>。すなわち、かなりの数の疾患で関節周囲の軟部組織に石灰沈着が生ずる可能性があるということである。Greenfieldが記載している疾患の中で慢性腎不全とのかかわりで問題にする必要があるものは痛風である。我々の症例の中にも痛風の合併のある症例は3例あ

た。いずれも石灰沈着を伴っていたが、痛風を合併している症例の頻度はきわめて低かった。

関節周囲の石灰沈着の発生頻度は股関節が22% (右)ないし25% (左)と最も高く、肩関節が14% (右)ないし11% (左)とこれに次ぎ、手は4% (右)ないし7% (左)と低かった。Griffithsによれば、肩関節が最も多い<sup>15)</sup>というが、我々の結果は上記のように異った。その成因が何であれ、関節周囲の石灰沈着は骨盤のX線写真で最も多く認められた。

興味あることは、この石灰沈着が経時的にその大きさに変化をみせたということである。その変化としては、増大するもの、縮小するもの、増大したあと縮小、消失するというものである。肩関節では右で61%、左で36%の症例に、手では右で40%、左で11%の症例に変化を認めた。

この肩関節および手での変化の発生頻度には左右差があるようにみえるが、統計的には有意の差は認めなかった。しかしこの問題については現時点で結論を出すことはさしひかえたい。Fig. 5は股関節での変化を認めた症例であるが、石灰沈着が消失する過程でこの症例のようにそれが「くだける」という過程を経過するものがあるからである。この「くだける」という現象の説明として運動という外力の影響が考えられる。外力としての運動がよく使用する側に多いことは当然考えられる。股関節では運動に左右差はないであろうが、手および肩関節では「きき腕」の方が運動が多いから「右きき」の多い本邦では右肩関節および右手に変化が多い可能性が十分に考えられる。今回の検討では症例数が少ないために統計的に差が出なかった可能性もあるであろう。なお、この石灰沈着がくだけるときにその部に疼痛を訴える症例があった。Fig. 5の症例もそのうちの1例である。

今回の検討ではかならずしも全ての症例について透析導入前からX線的に観察しえなかった。しかしながら骨(第1報)および血管壁の変化はかなりの症例で出現時期を確認しえた。すなわち骨の変化と血管壁の石灰沈着の多くは透析導入後



に、しかも一定の時期が経過したのちに出現しているということである。これに対して関節周囲の石灰沈着は透析導入後にとられた最初のX線写真にすでに所見を認めたものが多く、したがってその出現時期を確認することができなかつた。そこで透析導入より1年未満のもの、1年以上2年未満のもの、2年以上3年未満のもの、3年以上のものにわけてそれぞれの群で認められる石灰沈着の頻度をみだが、その結果は統計的には有意の差を認めなかつた。なお2年未満の症例は全て透析導入前からX線写真を撮影してあるので、関節周囲の石灰沈着は透析導入前に認められるものが少なからずあるということがいえる。

問題は人工透析を導入する以前に一定期間存在したと考えられる慢性腎不全の状態の下でこの所見が出現するかどうかであるが、それについては何とも言えない。

今回観察しえた範囲でいえることは、透析導入後に増大するものがあるので慢性腎不全の存在が何らの影響を与えている可能性は否定できないということである。

しかしながら、少なくとも副甲状腺機能亢進症はその発生にあまり関係していないということは今回の検討からいえるようである。副甲状腺機能亢進症による骨変化を認める症例と、認めない症例の間に石灰沈着の出現頻度に差を認めなかつたというのがその根拠である。また、interval の変化を認めた症例、とくに増大をみせた症例では副甲状腺機能亢進症との間に関係があることを期待したが結果は同じであった。

関節周囲の石灰沈着についての検討で5%以下の危険率で有意の差を認めたのは性差だけであった。しかしこれが何を意味するかは不明である。

ともかく骨の変化をめやすとした今回の検討では慢性腎不全患者にみられる関節周囲の石灰沈着と副甲状腺機能亢進症との関係は明らかにはならなかつた。勿論この結果から従来いわれていたことを全部否定するつもりはない。ここで問題にした石灰沈着は直径がたかだか1cm程度の比較的小さなものであり、従来成書に記載されているよ

うな大きなものはおそらく副甲状腺機能亢進症によるものであろう。また今回とりあげたような石灰沈着の中にも副甲状腺機能亢進症によるものが含まれている可能性も否定できない。残念ながら今回の検討では両者の鑑別をX線診断学的に行なうことはできなかつたが、今後さらに検討してゆきたい。

### まとめ

#### 血管壁の石灰沈着について

1. 人工透析を受けている慢性腎不全患者にみられる動脈内膜の石灰沈着は副甲状腺機能亢進症とは関係なく、むしろ加齢による変化と考えられた。

2. 中膜ないし内弾板の石灰沈着は副甲状腺機能亢進症と関係があるが、中には関係のないものもありそうである。

3. 内シャント壁への石灰沈着は副甲状腺機能亢進症による異所性石灰沈着の一つとして新たにとり上げた。

#### 関節周囲の石灰沈着について

1. 人工透析を受けている慢性腎不全患者の関節周囲に認められる石灰沈着は、股関節に最も多く認められ、肩関節、手の順であった。

2. この石灰沈着には経時的に増大ないし縮小するものが少なからずあった。

3. 副甲状腺機能亢進症による骨の変化との関係は明らかでなく、また人工透析導入前に認められるものも少なからずあった。

4. 女性に比べて男性に多く認められた。

稿を終えるにあたり、本研究に御懇切なる御指導を賜わった小林敏雄教授に厚く感謝いたします。

本論文の要旨は、第38回日本医学放射線学会総会で発表された。

### 文 献

- 1) Griffiths, H.J.: Radiology of Renal Failure. pp. 178—180, W.B. Saunders, Philadelphia, 1976
- 2) Greenfield, G.B.: Radiology of Bone Disease, 2nd Edition, pp. 498—499, J.B. Lippincott, Philadelphia, 1975
- 3) Meema, H.E., Oreopoulos, D.G. and de Veber, G.A.: Arterial calcifications in severe

- chronic renal disease and their relationship to dialysis treatment, renal transplant, and parathyroidectomy. *Radiology* 121: 315—321, 1976
- 4) 渡辺俊一, 水上哲太郎: 人工透析を受けている慢性腎不全患者の腹大動脈壁の石灰沈着について. *信州医誌*, 27: 37—40, 1979
  - 5) Ritx, E., Mehls, O., Bommer, J., Schmidt-Gayk, H., Fiegel, P. and Reitingger, H.: Vascular calcifications under maintenance hemodialysis. *Klin. Wschr.*, 55: 375—378, 1978
  - 6) Peterson, R.: Small vessel calcification and its relationship to secondary hyperparathyroidism in the renal homotransplant patients. *Radiology*, 126: 627—633, 1978
  - 7) Verberckmoes, R., Bouillon, R. and Krempien, B.: Disappearance of vascular calcifications during treatment of renal osteodystrophy. *Ann. Int. Med.*, 82: 529—533, 1975
  - 8) Nicholls, A.J., Catto, G.R.D., Edwart, N., Engeset, J. and Macleod, M.: Accelerated atherosclerosis in long-term dialysis and renal-transplant patients: Fact or fiction? *Lancet*, 1: 276—278, 1980
  - 9) Vincenti, F., Amend, W.J., Abele, J., Feduska, N.J. and Salvatierra, O. Jr.: The role of hypertension in hemodialysis-associated atherosclerosis. *Am. J. Med.*, 68: 363—369, 1980
  - 10) Friedman, S.A., Novack, S. and Thomson, G.E.: Arterial calcification and gangrene in uremia. *N. Engl. J. Med.*, 280: 1392—1394, 1969
  - 11) Winkelmann, R.K. and Keating, F.R. Jr.: Cutaneous vascular calcification, gangrene and hyperparathyroidism. *Brit. J. Derm.*, 83: 263—268, 1970
  - 12) Massry, S.G., Gordon, A. and Coburn, J.W.: Vascular calcification and peripheral necrosis in a renal transplant recipient. *Am. J. Med.*, 49: 416—422, 1970
  - 13) Conn, J., Krumlovsky, F.A. and Del Greco, F.: Calciphylaxis: etiology of progressive vascular calcifications and gangrene. *Ann. Surg.*, 177: 206—210, 1973
  - 14) Hallgren, R., Wibell, L. and Ejorblad, S.: Arterial calcification and progressive peripheral gangrene after renal transplantation. *Acta Med. Scand.*, 198: 331—335, 1975
  - 15) Griffiths, H.J.: *Radiology of Renal Failure*. pp. 181—184, W.B. Saunders, Philadelphia, 1976
  - 16) Swartz, C. and Teplick, J.G.: Radiographic considerations in maintenance dialysis. *Radiol. Clin. N. Am.*, 10: 511—528, 1972
  - 17) Sobbe, A., Siedek, M., Sodomann, C.P. and Dux, A.: Metastatische Verkalkungen bei chronischer Hämodialyse. *Fortschr. Röntgenstr.*, 110: 851—862, 1969
  - 18) Greenfield, G.B.: *Radiology of Bone Disease*, 2nd Edition, pp. 498—502, J.B. Lippincott, Philadelphia, 1975