

| | |
|--------------|---|
| Title | 骨破壊のX線学的研究 第2報 骨欠損のX線現出能 |
| Author(s) | 渡辺, 長盛 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1974, 34(8), p. 535-543 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/17112 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

骨破壊のX線学的研究

第2報 骨欠損のX線現出能

東北大学医学部放射線医学教室（主任：星野文彦教授）

渡 辺 長 盛

（昭和49年4月19日受付）

Radiological Studies on Destruction of Bone 2nd Report: Radiographic Representability of Bone Defect

by

Chosei Watanabe

Department of Radiology, Tohoku University School of Medicine, Sendai, Japan

(Director: Prof. Fumihiko Hoshino)

Research Code No.: 505

Key Words: Bone trabeculae, Bone metastasis, Tomography, Film-vibration

In order to study the degrees of the radiographic representability on the defects of bones, radiographies were experimentally taken and the obstructive factors in the representability were examined. Furthermore on the ordinary radiography, the film-vibration was devised to eliminate the bone-markings which are one of the obstructive shadows, and was experimentally applied.

The results were as follows:

1) Some defects made in vertebra were radiographed. As a result the ordinary radiography could represent the defects up to the degrees of $1/3$ – $1/2$. Three-looped superior epitrochoidal tomography was able to represent $1/6$ defect, while in the case of linear tomography the trabeculae of bone formed the obstructive shadows and the relationships between the running directions of the dominate structure of the trabeculae and the moving directions of the tube influenced upon its representability.

2) In case of the ordinary radiogram, its bone-markings could be eliminated by the film-vibration, therefore the perception of the defects was made easier, consequently even $1/6$ defect could be observed. But in this case it was necessary to make the direction of the film-vibration square with the running one of the dominate structure of trabeculae. And if both directions were parallel, the diagnostic accuracy couldn't be improved.

I. 緒 言

骨破壊のX線学的研究として、われわれはまず骨梁X線像が撮影条件等によつて如何に変化するかを実験研究し、その結果体深部の骨或は厚い骨では単純撮影のみならず、特殊撮影でもその骨梁X線像から小さい病的变化の診断は困難であることを報告した²⁴⁾。現在の知見では椎骨等における骨欠損のX線診断には断層特に多軌道断層が最も優れているとされている²²⁾が、臨床的には骨転移等の早期診断を目的とする場合X線所見よりもRadio-Isotopeによるシンチグラム所見が優先していることは周知の通りで⁷⁾¹⁸⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁹⁾²⁰⁾である。但し骨シンチグラムの欠点は解像力の劣つていることと思われる。私は追試的に骨欠損としてどの程度の大きさのものが単純写真或は断層写真で認知されるかを実験検討し、更に骨欠損のX線診断法として断層以外に適した方法があるかどうか検索したので報告する。

II. 撮影方法

(1) 撮影対象として、(a) 腰椎(乾骨)を用いて側面撮影したが、Fig. 1に示すごとく椎体前額方向に直径4cc、長さ7、14及び20mm円柱状

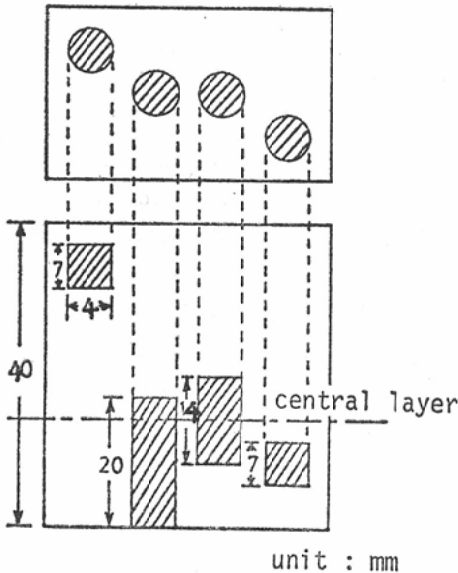


Fig. 1. Schema of vertebra and holes used in this report.

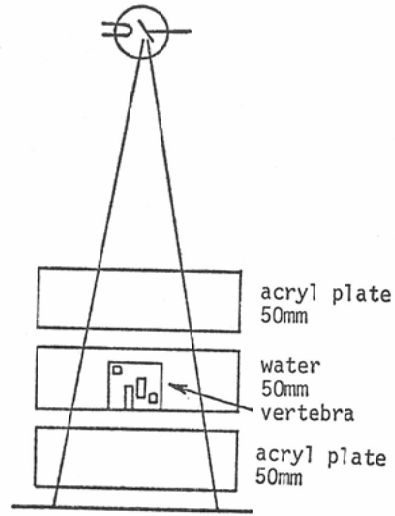


Fig. 2. Experimental method.

欠損をつくつた。これらは夫々撮影方向に約 $1/8$ 、 $1/3$ 及び $1/2$ 欠損を示している。撮影にあたり椎骨は水中に入れ、その上下に散乱体としてアクリル板5+5cmを設置した(Fig. 2)。(b) 臨床例として、正常例及び乳癌骨転移例の恥骨及び大腿骨部を撮影した。

(2) 撮影は、椎骨については単純、断層、直接4倍拡大立体及びFilm-Vibration撮影をおこなつた。生体に対しては単純及びFilm-Vibration撮影した。管状焦点は単純及び断層では 0.8×0.8 mm、拡大では $100 \times 100 \mu$ である。増感紙はFS(極光)を用いた。

(3) Film-Vibrationとは自家製装置を用いたが、撮影中約1mmの振幅で高速度でフィルムをvibrationさせることで、この撮影法は本研究独自のものである。

III. 撮影結果

(1) 椎骨撮影：撮影写真について、その肉眼的観察のみならず、椎体側面像の中央部を横方向にMikro-Photometerで走査して濃度曲線を得、比較検討した。

Fig. 3は80kVp撮影写真及びその濃度分布曲線である。 $1/2$ 欠損は明かに現出されているが、 $1/3$ 欠損は不明瞭であり、 $1/8$ 欠損は示現されていない。

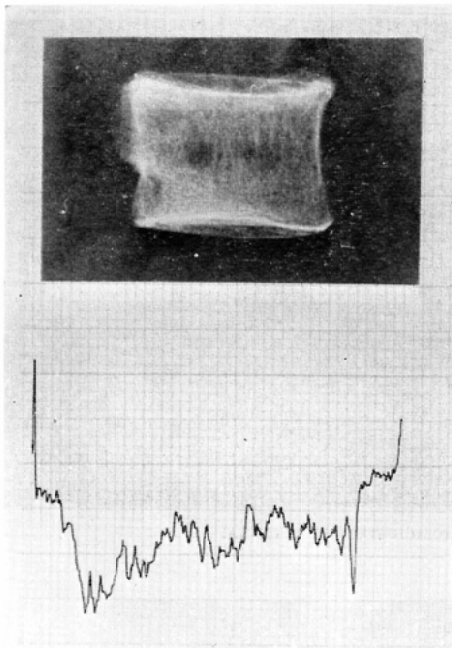


Fig. 3. 80 kVp Fig. 3. Radiogram of vertebra and densitometry tracing.

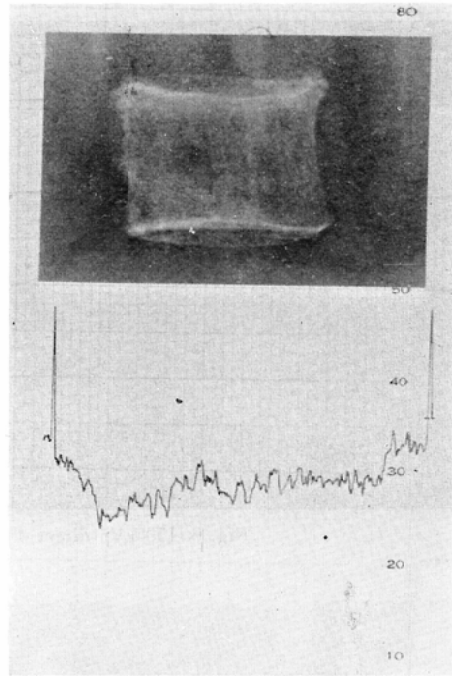


Fig. 4. 150 kVp radiogram of vertebra and densitometry tracing.

これらの所見は濃度曲線からも明らかである。Fig. 4 は 150kVp 撮影写真であるが、80kVp に比べて骨梁像の消去が認められるが、同時に対比度も低下しているため $1/2$ 欠損も不明瞭となり又 $1/3$ 欠損は殆ど示現されていない。従つて濃度曲線も80

kVp に比べて平坦となり、僅かに $1/2$ 欠損部分の濃度増加のみ認められる。

Fig. 5, 6 は80kVp, 150kVp 直接4倍拡大立体写真である。夫々1枚の写真観察所見は単純写真と略々同じで拡大による新しい知見は得られな

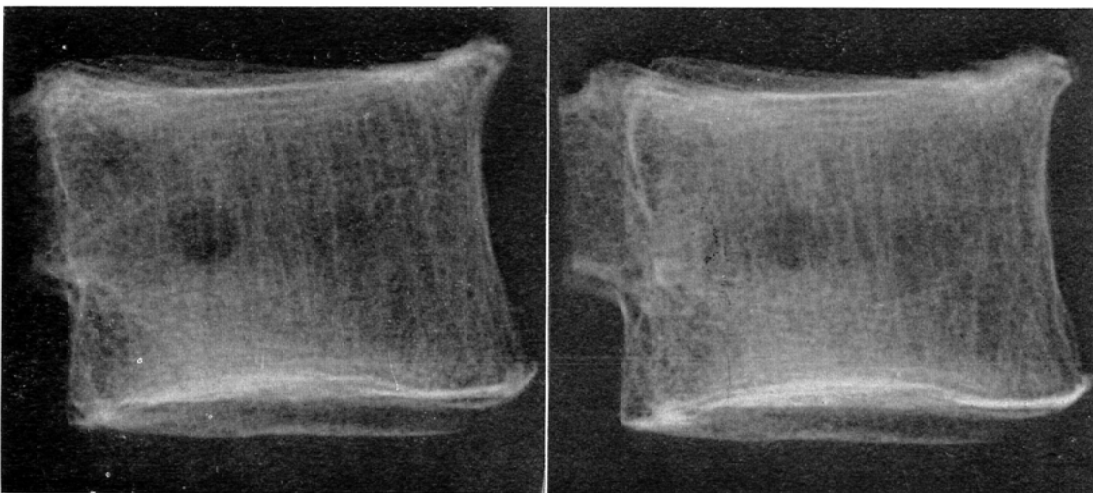


Fig. 5. 80 kVp direct 4 times stereo-macro radiogram of vertebra.

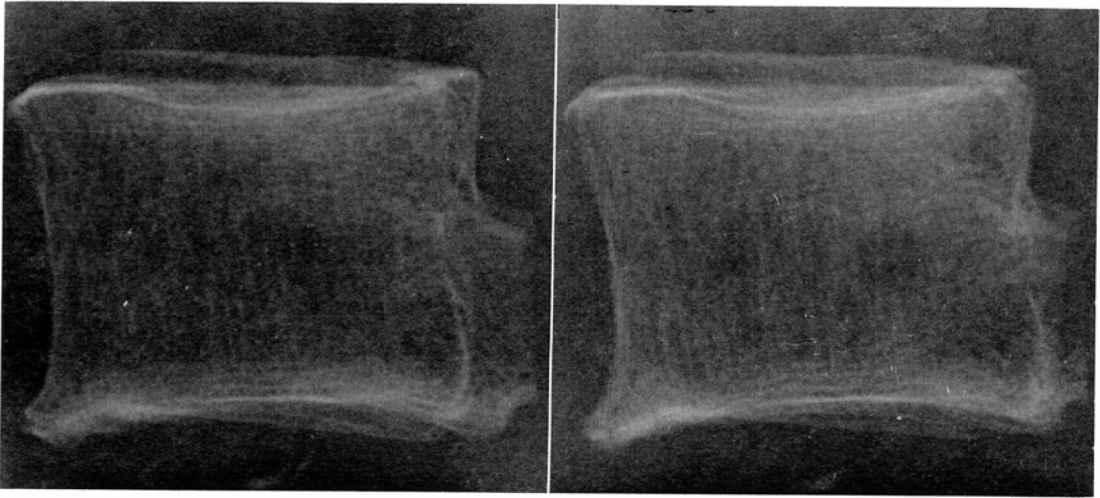


Fig. 6. 150 kVp direct 4 times stereo-macroradiogram of vertebra.

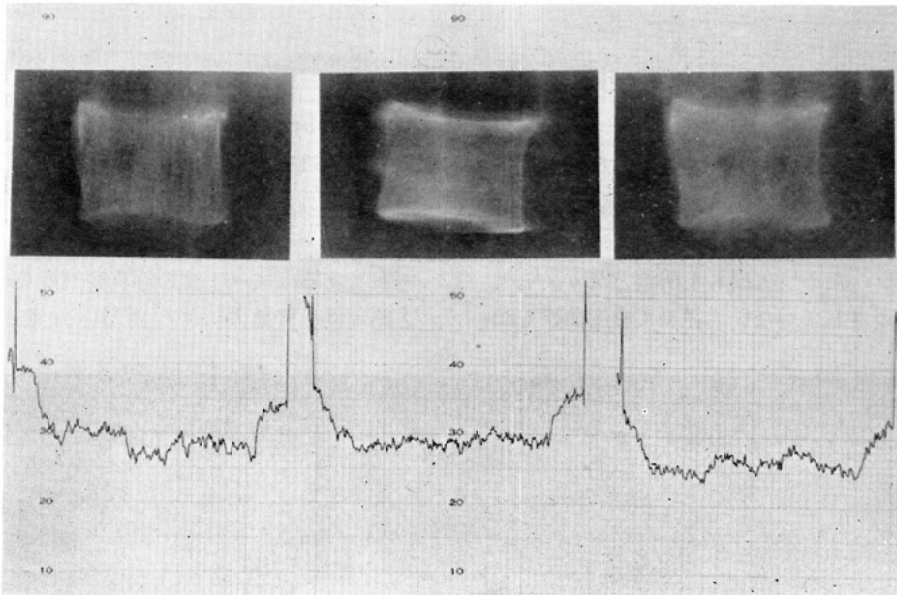


Fig. 7. Left and middle are 50° linear tomograms and right is 3-looped superior epitrochoidal tomogram. Tube movement of the left is lengthwise and the middle is cross. The central layer is a plane passing both holes of $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{3}$ defective grade.

い。又立体視によつても $\frac{1}{3}$ 欠損は不明瞭であり、 $\frac{1}{6}$ 欠損は認知されない。

Fig. 7は $\frac{1}{2}$ 及び $\frac{1}{3}$ 欠損兩者を通過する面を中心断面とした (Fig. 1) 80kVp 断層写真及びそれら

の濃度曲線である。左は50°円弧、管球移動は椎体縦方向、中央は50°円弧、横方向である。右は三捲断層であるが、写真観察上三捲断層で $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 欠損が最も明瞭に示現され、濃度曲線からも明ら

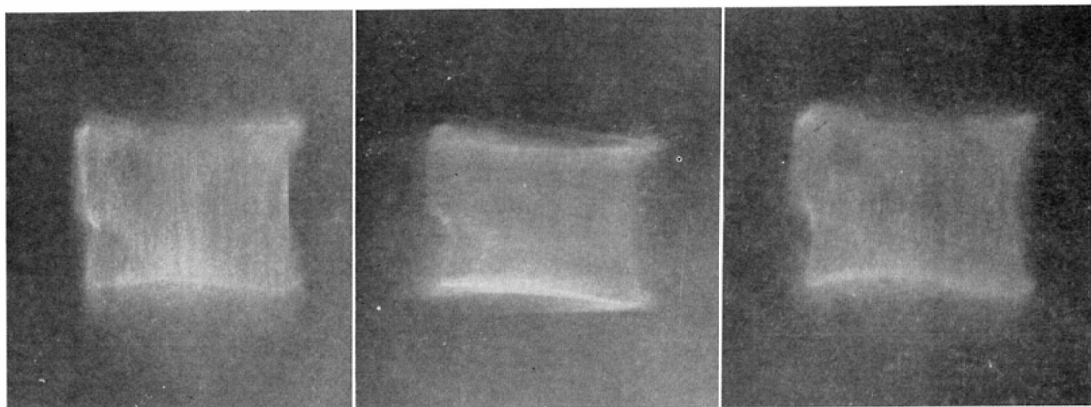


Fig. 8. Left and middle are 50° linear tomograms and right is 3-looped superior epitrochoidal tomogram. Tube movement of the left is lengthwise and the middle is cross. The central layer is a plane passing left upper hole of 1/6 defective grade.

かである。円弧断層では両者共骨梁による障害陰影のため単純写真よりもむしろ現出能が劣っており、縦、横同じ撮影条件であるが、横方向の断層（中央）で対比度の低下が目立っている。Fig. 8は写真上左上の1/6欠損部分を中心断面とした80

kVp, 円弧50°縦方向断層（左）、同横方向（中央）及び三捲断層写真（右）である。1/6欠損の現出能はFig. 7の場合と同様三捲断層が最も優れているが、次は縦方向で、横方向が線状の障害陰影が最も著しい。これは1/6欠損の周囲では骨梁の構築が

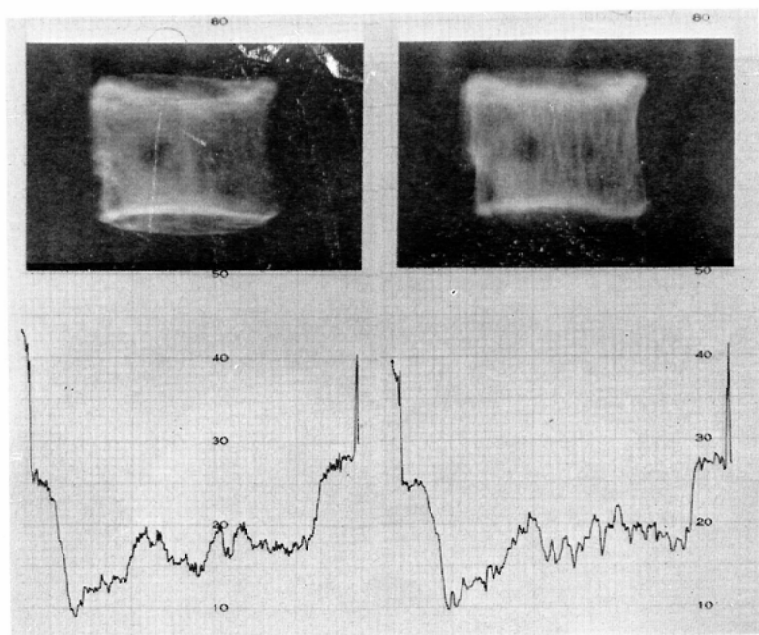


Fig. 9. Radiograms of vertebra by Film-Vibration and either densitometry tracing. (left: cross vibration, right: lengthwise vibration)

横方向に優勢であるためと考えられる。

これらの結果から直接撮影及び円弧断層で骨欠損の示現が悪いのは欠損部上下の骨梁の重積像が明らかに障害陰影となつているためであり、一方三捲断層で骨欠損が比較的良く現出されるのは骨欠損部とその周囲との間に明らかにX線コントラストが存在しているためである。従つて障害陰影となつている骨梁X線像をなんらかの方法で消去できれば、従来の単純写真よりも骨欠損部分の濃度変化が認知されやすくなるだろうと考えられた。

骨梁重積像の少ないX線写真を得る方法として前報で報告したごとく高圧撮影法があるが、撮影結果から対比度の低下のため骨欠損像がむしろ不明瞭になることがわかつた。そこで私は低圧撮影によつて対比度を保ちながら骨梁重積像を消去する方法として Film-Vibration を試みた。

Fig. 9は Film-Vibration による写真である。左は椎体に対してフィルムを横、右は縦にVibrationさせたもので、横—Vibration では $\frac{1}{2}$ 及び $\frac{1}{3}$ 欠損のみならず、写真上右下方の $\frac{1}{6}$ 欠損も実際より小さいが認知される。縦—Vibration では縦方向の

骨梁重積像は消去されず、そのため $\frac{1}{3}$ 欠損は不明瞭となつているが、左上の $\frac{1}{6}$ 欠損は示現されている。Vibration の方向による $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 欠損現出の相違は濃度曲線でも示されているが、これらの相違はVibration の方向と写真上優勢な骨梁X線像の走行に関係すると考えられるが、Film-Vibration によつてそのX線像は単純写真より多少ぼけてはいるが、骨欠損自体の現出はよくなつていることがわかつた。

(2) 生体の大腿骨撮影：Fig. 10は健康成人の右側大腿骨像で、左は単純写真、右は横方向の Film-Vibration による写真である。横方向のVibration を選んだのは大腿骨上部の骨梁X線像の走行が縦方向に比較的優勢に観察されるからである。写真観察上右の方がややぼけているが、左右80kVp 同一撮影条件であるため濃度分布には本質的な相違は認められず、左右同じような写真である。

Fig. 11は乳癌骨転移例の骨盤及び大腿骨の骨シンチグラムであるが、骨盤骨のみならず大腿骨上部にも両側転移巣があると診断される。Fig. 12, 13は同じ症例の右及び左側の大腿骨上部の撮影写



Fig. 10. Left is ordinary radiogram of femur and right is radiogram by Film-Vibration (normal adult).

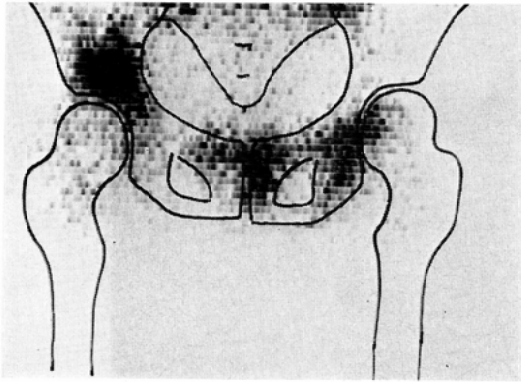


Fig. 11. Bone scintigram of pelvis and femurs (bone metastases of breast cancer).

真である。夫々の左は単純撮影，右は横方向の Film-Vibration によるものである。単純像でも健康例と比較して恥骨及び大腿骨の一部に骨梁X線像の消失による欠損様濃度増加の部分が観察され，骨梁の異常即ちこの症例では骨転移が疑われる。Film-Vibration によつて骨梁に起因する線状及び網状影特に縦方向のものは鮮鋭度，対比度の低下のため淡く消去され，単純像に比べて逆に所々に骨欠損様陰影が増加して観察され，骨異常が

容易となつている。

IV. 総括及び考按

骨欠損の早期X線診断は単純像のみでは不十分で断層或は拡大撮影法等特殊撮影法が応用されているが，骨梁X線像の変化からの診断は前報で述べたごとく末端骨ならば比較的妥当性はあるが，躯幹骨に対しては骨梁自体或は周囲臓器の重積が障害陰影を形成してくるので困難である。従来の研究では骨皮質部の欠損のX線診断は容易であるが，骨海綿質部の欠損特にその早期では殆ど不可能であり，X線撮影上線束方向に30%~50%の骨カルシウムの減少がなければ欠損様陰影として示現されないとされている²⁾⁸⁾⁴⁾⁵⁾⁸⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。従つて現在悪性腫瘍の骨転移等の早期診断のために Radio-Isotope が臨床的に広く用いられているのはその理由によるが，シンテグラム像の解像力が劣っていることが欠点と考えられる。

私は骨欠損のX線現出能の研究を目的として，まず椎体に孔をあけて骨欠損をつくり，単純，4倍拡大立体及び断層撮影し，それぞれの現出能を検討した。80kVp 単純撮影では $\frac{1}{2}$ 欠損は示現されるが， $\frac{1}{3}$ 欠損は不明瞭であり， $\frac{1}{6}$ 欠損は示現され

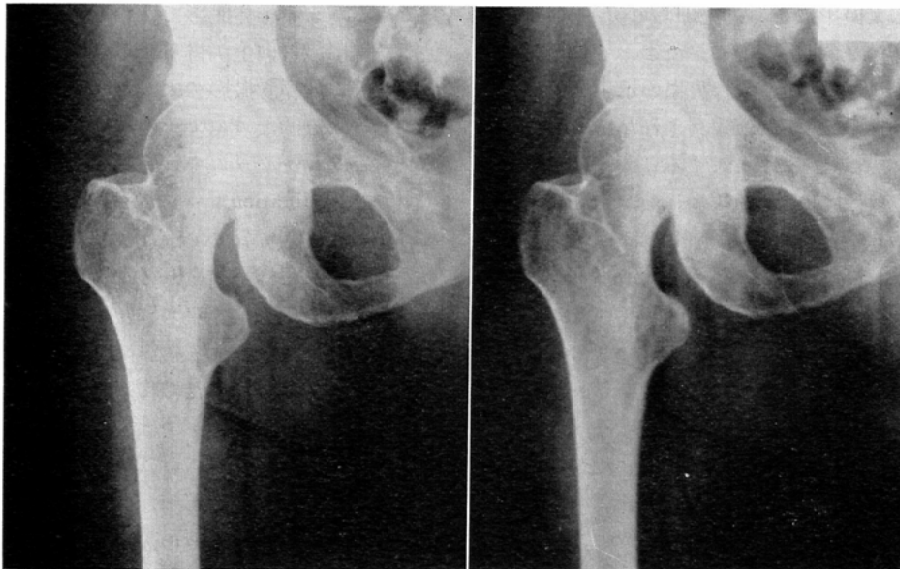


Fig. 12. Left is ordinary radiogram of right pubis and femur, and right is radiogram by Film-Vibration. (bone metastases of breast cancer).

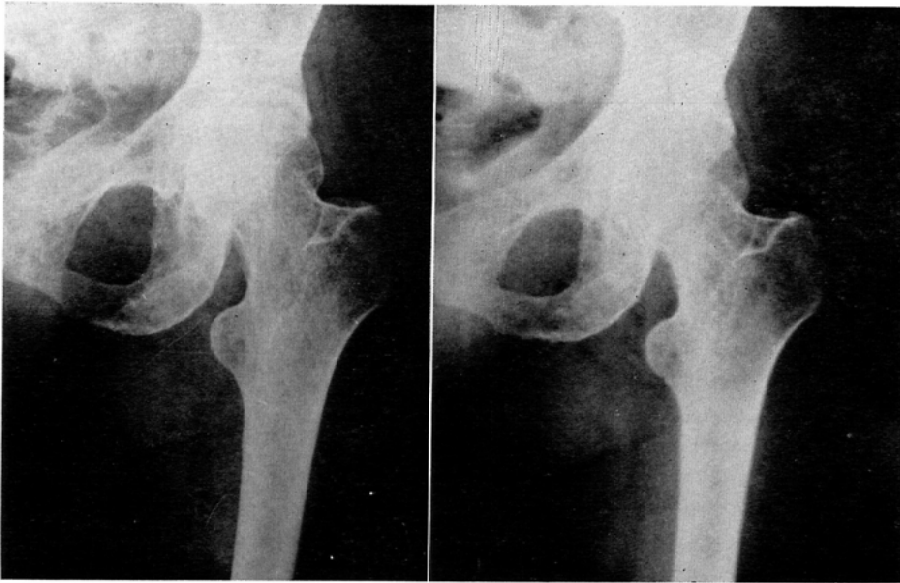


Fig. 13. Left is ordinary radiogram of left pubis and femur, and right is radiogram by Film-Vibration. (bone metastases of breast cancer).

なかつた。

150kVp では対比度の低下のため $\frac{1}{2}$ 欠損のみが認知可能だつた。骨の拡大撮影は末端骨についての報告は¹⁾⁶⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾あるが、椎骨のような躯幹骨については少ない。本研究では直接4倍拡大撮影を試みたが、拡大撮影による効果即ち重複、開隙及び拡大効果等¹⁴⁾²⁵⁾は前報²⁴⁾で述べたごとく陰影成分の解析から示唆されたが、骨欠損の示現が目立つてよくなつていようには観察されなかつた。又 Summation である肺紋理に対する立体視の効果²³⁾と同じ効果が骨紋理にも期待されたが、立体視の結果骨欠損の認知は1枚の単純写真観察と同程度であつた。これは骨梁X線像が Summation であつても肺紋理と異なりその対比度が高いため左右の骨梁X線像は立体視によつてもそのまま障害陰影として認知されることによると考えられた。

断層は 50° 円弧及び三捲断層を試みた。その結果骨欠損の示現は三捲断層が優れていた。直線軌道で現出能の劣るのは欠損部周辺の骨梁の障害陰影のためであることは明らかであり¹⁰⁾²¹⁾、又現出能の良い多軌道で $\frac{1}{6}$ 欠損など明瞭に示現されるのは周辺とのX線コントラストの存在を意味してい

る。従つて同じ単純撮影でも何等からの方法で骨梁X線像を消去すれば $\frac{1}{6}$ 欠損も示現され得ると考えられた。

以上の観点から私は単純撮影で骨梁のX線像を消去する方法として Film-Vibration を試みたのである。まず椎体撮影で Vibration によつて骨欠損の現出能の向上が得られることがわかつたが、健康人の大腿骨撮影では、Vibration (—), (+) による本質的な Pattern の相違は観察されなかつた。骨シンチグラムで骨転移ありと診断された症例では、Vibration (—), (+) によつて明らかに Pattern の相違が認められた。即ち Film-Vibration によつて欠損様透亮像が多く示現されたが、この現象は健康例では観察されなかつたものであり、骨梁の変化に起因する透亮像と判断され、この症例では骨破壊を伴つた転移があると診断される。

従つて従来単純撮影では $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 欠損でなければ示現されないと云われているが、Film-Vibration を骨梁X線像の最も優勢な走行方向と直交する方向に実施すれば $\frac{1}{6}$ 程度の欠損まで示現可能と考えられた。しかし生体の椎骨等の場合その上下の陰影重積が断層の場合と同様障害陰影となり、

Vibrationのみでは診断能の向上は得られないが、骨盤骨式は大腿骨等軟部組織のみで囲まれている骨に対しては Vibration (—), (+) の二つの単純写真を比較観察することによつて骨欠損の診断が容易となると考えられ、実際臨床例で確かめられた。

V. 結 論

骨欠損のX線現出能の研究を目的として撮影実験し、現出能を障害する因子を検討した。更に障害陰影の一つである骨梁X線像を単純撮影で消去する方法として Film-Vibration を考案し、撮影を試みた。

1) 椎体に骨欠損をつくり撮影実験したが、単純撮影では $\frac{1}{8}$ ~ $\frac{1}{2}$ 程度の欠損までが現出された。三捲断層では $\frac{1}{6}$ 欠損も示現されるが、円弧断層では骨梁が障害陰影を形成し、骨梁の優勢な走行方向と管球移動方向との関係が現出能に影響した。

2) Film-Vibration によつて単純写真でも骨梁X線像は消去されるので欠損像は認知され易くなり、 $\frac{1}{6}$ 欠損も観察された。但し Vibration の方向と骨梁の優勢な走行方向が直交する必要があり、平行であれば診断能の向上は得られなかつた。

(本研究の一部は文部省科学研究費の援助によりおこなわれた。)

(稿を終るに臨み、本研究にあつての、有馬宏寧、石井出一、勝又三夫各放射線技師の御協力に対し厚く感謝致します。)

文 献

- 1) Allen, C. and Allen, E.P.: Brit. J. Radiol. 26 (1953), 474—480.
- 2) Ardran, G.M.: Bri. J. Radiol. 24 (1951),

- 107—109.
- 3) 足立 忠, 木村 亀三郎: 日医放会誌, 9 (2) (1949), 9—11.
- 4) Bachman, A.L. and Sproul, E.E.: Bulletin of the New York Academy of Med. 2 ser. 31 (1955), 146—148.
- 5) Barak, J.: Surg. Gynec. Obst. 75 (1942), 599—604.
- 6) Buechmer, H.: Fortschr. Röntgenstr. 80 (1954), 71—87, 502—514.
- 7) Charkes, N.D., Sklaroff, E.M. and Young, I.: Am. J. Roentgenol. 96 (1966), 647—656.
- 8) Edelstyn, G.A., Gillespie, P.J. and Grebbell, F.S.: Clin. Radiol. 18 (1967), 158—162.
- 9) Ernest, H.: Radiology 61 (1953), 382—389.
- 10) Grossmann, G.: Fortschr. Röntgenstr. 51 (1935), 191—208.
- 11) 池田 洋: 日医放会誌, 31 (1971), 895—905.
- 12) 石垣武男: 日医放会誌, 33 (1973), 839—854.
- 13) 川名正直, 秋庭弘道, 箕 弘毅: 日医放会誌, 33 (1973), 661—670.
- 14) 松田忠義: 日医放会誌, 14 (1955), 767—774.
- 15) 三枝俊天: 日医放会誌, 32 (1972), 21—49.
- 16) 中村 護, 阿部光延, 渡辺長盛, 丹下勇, 高橋弘, 沢田義一: 癌の臨床, 19 (1973), 997—1002.
- 17) 大島敏美, 笠井忠文: 日医放会誌, 19 (1959), 1021—1028.
- 18) Shackman, R. and Harrison, E.V.: Bri. J. Surg. 35 (1948), 207—272.
- 19) Skaroff, D.M. and Charkes, N.D.: Radiology. 80 (1963), 270—272.
- 20) Sklaroff, D.M. and Charkes, N.D.: Am. J. Roentgenol. 99 (1967), 415—421.
- 21) Stieve, F.E.: Fortschr. Röntgenstr. 116 (1972), 253—273.
- 22) 宍戸英泰: 日医放会誌, 25 (1965), 156—166, 806—815.
- 23) 渡辺長盛: 日医放会誌投稿中.
- 24) 渡辺長盛, 鈴木正吾: 日医放会誌投稿中.
- 25) 箭頭正顕: 日医放会誌, 18 (1959), 1595—1602.