

(様式4)

学位論文の内容の要旨

(朝永 博康) 印

(学位論文のタイトル)

Computer-assisted Diagnosis of Metastases Based on Bone Scintigraphy:
Lesion Detection Compared Using BONENAVI 1 and 2

(骨シンチグラフィにおけるコンピューター支援診断：BONENAVIバージョン1及び2を用いた病変検出の比較)

(学位論文の要旨) 2,000字程度、A4判

背景

前立腺癌や乳癌の骨転移では、造骨性の病変を形成することが多く、骨シンチグラフィはこれら検出に欠かせない検査である。近年、骨シンチグラフィの画像を自動解析し、骨病変のリスク判断を示すことが可能なコンピューター診断支援 (Computer-assisted Diagnosis, CAD) ソフトウェアが開発され、画像診断における補助的役割を担っている。CADソフトウェアは、多数の患者の画像データをデータベースとして搭載しており、解析する症例の画像と照らし合わせて、病変の良悪性を判断している。日本国内で多く使用されている代表的なソフトウェアとしてBONENAVI (富士フィルムRIファーマ) があり、日本人のデータを搭載している。1施設の患者のデータ (904名) を搭載したversion 1 (BN1) と、複数の施設の患者データ (1532名) を使用したversion 2 (BN2) があり、データ数の多いversion 2の方がより精度が高いと言われているが、その比較検討は不十分であり、核医学専門医が診断した結果との比較も少ないのが現状である。また体の部位別に、診断能にどの程度差があるのかといった検討もなされていない。

本研究では、BONENAVI解析におけるバージョン別、体の部位別の診断能を評価し、また偽陽性あるいは偽陰性となる原因について検討した。

対象と方法

2008～2010年および2013～2015年の期間に骨シンチグラフィを撮影し、前立腺癌または乳癌の骨転移が新たに指摘された患者 (前立腺癌33名、乳癌27名) を対象とした。前者の期間 (21名) はBN1で解析を行っており、後者の期間 (39名) はBN2で解析を行っていた。本研究においてはBN1およびBN2の両方を用いて再分析した。骨転移の診断は、2人の専門医が他の画像診断法 (CT、MRI、FDG-PET) の結果を参照しつつ、総合的に判断した。

骨シンチグラフィは、 ^{99m}Tc -MDP (740MBq) 静注3時間後に全身画像を撮影した。ガンマカメラはToshiba ECAMを使用した。BONENAVIはトレーサーの集積した部位をホットスポットとして認識し、転移の可能性が高い病変 (赤のスポットとして表示) と転移の可能性が低い病変 (青のスポットとして表示) のいずれかに分類する。体の部位は、頭部、脊椎 (頸椎、胸椎、腰椎)、上肢、下肢、胸部、骨盤の8つの領域に分けた。症例毎にホットスポット数を集計し、また専門医によ

る診断との相違について検討した。

結果

感度は、前立腺癌患者ではBN1解析で99.2%、BN2で97.0%、乳癌患者ではBN1で96.8%、95.0%であった。特異度は感度に比較すると低い傾向にあり、前立腺癌患者ではBN1で64.7%、BN2で68.0%、乳癌患者ではBN1で65.3%、75.8%であった。

全病変の合計で見ると、BN1では偽陽性が前立腺癌患者で19.8%、乳癌患者で19.3%のスポットに認められ、BN2では前立腺癌患者で16.6%、乳癌患者で15.0%と、いずれの癌腫でもBN2において改善が認められた ($p < 0.05$)。

領域別検討において、バージョン間に有意な変化があったのは以下の領域であった。頭部においては乳癌患者でBN1と比較してBN2で偽陽性率が15.7%から10.4%に低下した ($p < 0.05$)。腰椎においてはいずれの癌腫でもBN1と比較してBN2で偽陽性率が低下した ($p < 0.05$)。骨盤領域においては乳癌患者でBN1と比較してBN2で偽陽性率が低下した ($p < 0.05$)。領域間で比較して最も偽陽性率が高い領域は、いずれの癌腫でも上肢であった。

偽陰性率は前立腺癌患者においてBN1で0.4%、BN2で1.5%であり、BN2で増加していた ($p < 0.01$)。乳癌患者ではBN1で1.4%、BN2で1.9%であり、同等であった ($p = 0.29$)。偽陰性は脊椎や肋骨、骨盤の一部病変に認められ、高リスクと評価すべきスポットが低リスクと評価されているものが認められた。

考察

感度はBN1、BN2のいずれでも95%以上であり、骨転移病変についてはほぼ正しく高リスクと判断できていたと言える。これに対して特異度は64.7%–75.8%であり、高リスクと判断された病変でも、生理的集積などによる偽陽性が多く含まれることが示唆される。誤りやすい領域はBN1、BN2共通であり、肩関節や脊椎の変性、女性の頭蓋骨の生理的集積、骨盤（腸骨稜、仙腸関節、股関節）の変性、肋軟骨移行部、肋骨骨折などであった。これらは一般的に生理的集積など良性変化として良く知られているものである。

BN2ではBN1と比較して、頭部や腰椎、骨盤領域で偽陽性率が低下していたが、一方で骨盤部や腰椎、肋骨など少数ではあるが偽陰性が散見された。これはBN1ではホットスポットを高リスクと判断することが全体的に多いため、偽陽性は多くなるが結果的に骨転移を低リスクと誤ることは少ないのに対し、BN2では生理的集積などの低リスク集積を正しく判断する傾向があるものの、一部の骨転移を生理的集積と誤ることによる考えられた。症例単位では転移の有無はほぼ正しく判断されているが、少数ながら偽陰性も存在するため、BONENAVIで低リスクと判断されていても、視覚的に骨転移が疑われるような場合には、CTなど他画像を参照する必要があると考えられた。

結論

BN1と比較してBN2は偽陽性が有意に減少していたが、少数ながら偽陰性が増加していた。偽陽性の大部分は生理的集積の誤認が原因であり、頭蓋骨や肩関節、脊椎、骨盤の変性、肋軟骨移行部などが誤りやすい部位であった。実臨床でBONENAVIを使用する際にはこれらの傾向を踏まえて診断を行う必要がある。