

ア諸国においては一般に行われる検査法であるが、煩雑さ等の理由から欧米諸国をはじめ日常的には行われていない国も多い。そこで、ICG 15 分値との良好な相関関係が報告されている血清ヒアルロン酸や4型コラーゲンなどの肝線維化マーカーなどにて簡便に代用できる可能性があり、今後のさらなる検討を要するものと考えられる。

【結語】

今回我々が提唱したスコア化による新肝障害度分類を用いることにより、より分かりやすく正確な肝予備能評価が可能となり、臨床的に有用であるものと期待される。

本論文は肝細胞癌患者の治療方針決定および予後予測において非常に重要な肝予備能評価において、従来の分類法に比し、より厳密な評価が可能となる新たな分類法を提唱した、臨床的にきわめて価値の高い研究と考える。本論文の結果を踏まえ、今回提唱した新肝障害度は日本肝癌研究会 原発性肝癌取り扱い規約（次回改訂版）に取り入れられる事が決定した。さらに本論文は 2006 年 2 月に Hepatology Research (Impact Factor 1.474) に掲載された。

氏名	すぎやまのぶこ 杉山信子
学位の種類	博士(医学)
学位記番号	医第911号
学位授与の日付	平成18年9月15日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Estimation of age from image processing of soft-Xray findings in Japanese female ribs (画像解析を用いた日本人女性肋骨超軟X線像よりの年齢推定)
論文審査委員(主査)	教授 杉山 静 征
(副主査)	教授 伊 木 雅 之
(副主査)	教授 古 賀 義 久

論文内容の要旨

【目的】

法医学実務にとって、身元不詳死体の個人識別はきわめて重要な課題の一つであり、人体各臓器・組織よりさまざまな手法を用いて個人識別に関する研究がおこなわれている。なかでも、年齢不詳死体に対して高い精度を持って年齢を推定することは、不可欠な課題の一つである。

当法医学教室では「年齢推定のための組織学的研究」を教室のライフワークとして取り組んできており、年齢推定に関する種々な研究・報告を行っている。

著者は、日本人女性肋骨を資料として、その加齢変化を定量的に計測し、年齢推定式を算出することを目的として研究を行った。

肋骨の海綿質骨梁部が加齢とともに粗鬆化することに着目し、超軟X線撮影像を作成し、海綿質骨梁部を画像解析して、骨梁の減少度を数値化することを試みた。資料は法医解剖例より得られた、20歳以上の女性(180例)肋骨(左第7肋骨)を用いた。年齢評価指標としては、超軟X線フィルム像における肋骨海綿質骨梁部の一定面積あたりの骨梁量を百分率で表わしたもの(骨密度)を用いた。

これらを統計処理することにより年齢推定式の算出を目的とした。

【方法】

1) 超軟X線像の撮影

レントゲンフィルムケース上に検討資料肋骨、解剖番号を表わす鉛製数字およびグレースケールを得るためのファントムを配置した。

ファントムは幅10mm、厚さ0.6mmのソフトプラスチックフィルム短冊15枚を積層して、端部に厚さ1mmのジュラルミン板を配置したもので、短冊の長さを段階的に変えることによりフィルム上に白から黒までの16ステップのグレースケールが得られる。これにより、現像時のフィルム濃度管理および画像処理時の照光レベル管理を行った。

撮影および現像に用いた機材および条件は次のとおりである。

使用機器 : SOFTEX-CMR 型  
超軟X線発生装置  
X線管電圧 : 30KVP  
X線管電流 : 3mA  
焦点距離 : 60cm  
照射時間 : 90sec  
使用フィルム : X-RAY FILM FR  
現像剤 : RENDOL  
定着剤 : FUJI FIX  
現像液温度 : 25℃  
現像時間 : 5min

2) 年齢評価指標

超軟X線撮影により造影された肋骨像につき検討を行った。肋骨海綿質骨梁部は20歳代では肌目細かい網目状を呈するが、加齢とともに粗鬆化が進み、70歳代以上においては、顕著なる骨梁の減少が認められる。この海綿質の骨梁減少度を

$$= \frac{\text{骨梁量}}{\text{海綿質一定面積}} \times 100$$

として表わして、年齢評価指標としての肋骨海綿質骨密度とした。

3) 画像処理方法

デジタル画像計測ソフト(Micro Analyzer)の画面上に計測肋骨の画像を表示する。

1. 計測の基準となる校正データの選択を行う。  
校正設定未選択を\*1に変更する。
2. 計測モードを面積計測モードに変更。
3. 肋骨画像上の計測指定部位(肋骨海綿質骨梁部)をスポイトにて選択する。
4. マウスにて計測範囲を指定する。
5. 計測値(骨密度)が表示される。

$$= \frac{\text{計測ピクセル数}}{\text{対象ピクセル数}} \times 100 = \text{骨密度}$$

色差を80、100、120、と変換し、同部位における骨密度を3回計測し、下段に平均値を追加する。この平均値が各個体における年齢評価指標である。各資料ごとの年齢評価指標に用いた肋骨骨密度は直線的に加齢とともに減少する。よって年齢推定式の算出には回帰分析の手法を用いて行った。

【結果】

年齢評価指標に用いた女性肋骨骨密度は、20歳代では平均83.3、以後、加齢とともに減少し、70歳代以上では平均31.3である。50歳代において、骨密度に個人差があり、少しバラツキが認められるが、全体として骨密度の減少変化は直線的な変化である。よって回帰分析の手法を用いて

$$Y = -0.937X + 101.911$$

$$r = 0.979$$

$$\begin{cases} Y = \text{推定年齢} \\ X = \text{個体骨密度} \end{cases}$$

という女性肋骨骨密度よりの年齢推定式を算出した。

【考察】

身元不詳死体における年齢推定には、ヒト臓器・組織や硬組織を資料として、種々な報告がなされている。年齢推定を行うには、適切な年齢評価指標を設定し、それを数値化しなければならない。その方法には、臓器・組織片の肉眼的所見による主観評価、重量・面積などの計測値、硬組織においては超軟X線像並びに画像解析による年齢評価指標の抽出などがある。得られた評価指標を各年齢ごとにデータを統計処理し、その結果、単回帰分析、重回帰分析、数量化理論などにより年齢推定式を算出する。

法医学実務における年齢推定には、死後の変化を受け難い硬組織よりの年齢推定法が望ましいものである。硬組織の肉眼的所見および計測値を年齢評価指標として用いたものには、肋骨、鎖骨、頸椎、恥骨、

前腕骨、歯牙、眉間部、などがあり、年齢推定式が算出されている。

年齢推定には、普遍性、正確性が要求される。肉眼的所見や形態学的所見には主観的所見が入り、正確性に難点がある。近年、コンピュータの普及により、年齢推定の分野にも導入された。形態学的な加齢変化を超軟X線にてとらえ、画像解析することにより、より正確な年齢推定を行う試みがなされている。超軟X線像における加齢的变化を肉眼的評価指標としたものには、甲状軟骨、肋骨、恥骨、上腕骨、などがある。

加齢的变化を画像解析により年齢評価指標を求めたものとしては、甲状軟骨、恥骨、腰椎などがあり、年齢推定式が算出されている。

肋骨を用いての年齢推定式の算出を試みた報告には、肋骨の超軟X線像における加齢的变化、肋骨肋軟骨接合部の肉眼的所見、などを年齢評価指標としたものがある。しかし、著者らが試みた肋骨の超軟X線像所見の画像解析成績を年齢評価指標とし、年齢推定式の算出を試みた報告は、みあたらない。

著者らは、先に男性肋骨の超軟X線像における肋骨海綿質骨梁部を画像解析することにより  $Y = -0.921X + 108.189$  という年齢推定式を算出し報告している。今回は、同手法により、女性肋骨の超軟X線像を画像解析することにより  $Y = -0.937X + 101.911$  という年齢推定式を算出した。男性肋骨よりの年齢推定式より算出された推定年齢と実年齢との差(的中率)は  $\pm 5$ 歳の誤差範囲では約 60~90%、 $\pm 8$ 歳では約 80~100%であった。女性肋骨よりの年齢推定式より算出された的中率は  $\pm 5$ 歳の誤差範囲では約 70~100%、 $\pm 8$ 歳では約 90~100%である。

どちらも、法医学実務上の年齢推定に充分、応用できうる成績である。

次いで、男女合計における年齢推定式の算出を試みたところ

$Y = -0.935X + 104.989$  という年齢推定式が算出された。この年齢推定式より算出される推定年齢と実年齢との差を検討してみると、 $\pm 5$ 歳の誤差範囲では約 40~90%、 $\pm 8$ 歳では約 80~100%であった。男女別に年齢推定を行うのに比較して、的中率が少し減少する。女性の場合、50歳以上において的中率が少し減少しており、20~40歳代では  $\pm 5$ 歳の範囲内では的中率 100%であるが、50歳以上では  $\pm 5$ 歳で 40~60%となっている。これは女性特有の閉経後の骨梁の減少によるものと考えられる。これらが影響して、男女合計による年齢推定は少し的中率が減少するのであろう。よって、肋骨よりの年齢推定を行うにあたっては、男女別に年齢推定を行うのが、的中率を増し、結果を良くする方法である。

博士論文の印刷公表	公 表 年 月 日	出版物の種類及び名称
	2005年12月日公表	出版物名 Acta Medica Kinki University Vol.30, No.2, P.77~83, 2005
	公 表 内 容	2005年12月日発行
	全 文	

法医学実務のにとって、身元不詳死体の個人識別はきわめて重要な課題の一つである。人体各臓器・組織よりさまざまな手法を用いて、個人識別に関する研究がおこなわれている。なかでも、年齢不詳死体に対して高い精度を持って年齢推定することは、不可欠な課題の一つである。

本論文は、日本人女性肋骨を資料として、その加齢変化を定量的に計測し、年齢推定式の算出を試みたものである。

肋骨の海綿質骨梁部が加齢とともに粗鬆化することに着目し、超軟X線撮影像を作成し、海綿質骨梁部を画像解析して、骨梁の減少度を数値化することを試みている。資料は法医学解剖例より得られた、20歳代以上の女性(180例)肋骨(左第7肋骨)を用い、年齢評価指標としては、超軟X線フィルム像における肋骨海綿質骨梁部の一定面積あたりの骨梁量を百分率で表わしたものを骨密度として用いている。その結果、これらを統計処理することにより年齢不詳女性肋骨の年齢推定式を算出している。

年齢群は20歳代・30歳代・40歳代・50歳代・60歳代・70歳代以上の6年齢群であり、各年齢群30例(計180例)の肋骨を用いて、肋骨の海綿質骨梁部の超軟X線像フィルムを作製し、海綿質骨梁部の画像解析を行っている。すなわち、肋骨海綿質骨梁部の一定面積あたりの骨梁量を百分率(骨密度)で表わしている。

この骨密度を各個体における年齢評価指標として、それらを統計処理することにより、肋骨海綿質骨梁部の骨密度より年齢推定式を算出している。

年齢評価指標に用いた女性肋骨骨密度は、20歳代では平均 83.3、以後加齢とともに減少し、70歳代以上では平均

31.3 である。その結果を回帰分析の手法を用いて、

$$Y = -0.937X + 101.911$$

(Y : 推定年齢、X : 個体骨密度)

という、女性肋骨骨密度よりの年齢推定式を導いている。また、得られた年齢推定式より算出される推定年齢と実年齢との差(的中率)につき検討し、±5歳の誤差範囲の的中率は約70~100%であり、±8歳では90~100%であると述べている。この成績は、法医学実務上の年齢推定に充分、応用できうる成績である。

著者らは、先に男性肋骨の超軟X線像における肋骨海綿質骨梁部を画像解析することにより  $Y = -0.921X + 108.189$  という年齢推定式を算出し報告しておく。今回も同手法により、女性肋骨の超軟X線像を画像解析することにより  $Y = -0.937X + 101.911$  という年齢推定式を算出している。男性肋骨よりの年齢推定式より算出された推定年齢と実年齢との差(的中率)は±5歳の誤差範囲では約60~90%、±8歳では約80~100%であり、女性肋骨よりの年齢推定式より算出された的中率は±5歳の誤差範囲では約70~100%、±8歳では約90~100%である。どちらも、法医学実務上の年齢推定に充分、応用できうる成績である。

次いで、男女合計における年齢推定式の算出を試みており、 $Y = -0.935X + 104.989$  という年齢推定式を算出している。この年齢推定式より算出される推定年齢と実年齢との差を検討して、±5歳の誤差範囲では約40~90%、±8歳では約80~100%であると報告している。男女別に年齢推定を行うのに比較して、的中率が減少する。女性の場合、50歳以上において的中率が少し減少しており、20~40歳代

では±5歳の範囲内では的中率100%であるが、50歳以上では±5歳で40~60%となっている。これは女性特有の閉経後の骨梁の減少によるものと考えられる。これらが影響して、男女合計による年齢推定は少し的中率が減少するのであろう。よって、肋骨よりの年齢推定を行うにあたっては、男女別に年齢推定を行うのが、的中率を増し、結果を良くする方法であると報告している。

本論文の結果から、身元不詳死体、白骨体または交通事故や爆発事故、航空機墜落事故などのバラバラ、多発災害事故発生の際、肋骨よりの年齢推定が可能となる。

したがって、個人識別領域(年齢推定)での利用価値はきわめて高く、法医学の研究及び応用面に新しい知見を加えたものであって、医学博士の学位を授与するに値する論文であると認められる。