資料

X線解剖教育のための骨標本ステレオ解剖図を利用したステレオ解剖図の作成 第2報：骨標本ステレオ X線画像の追加

勢川博雄¹ 荒木伸一² 三木章弘¹ 井手康裕¹ 山崎達也¹
森裕一朗¹ 大西優紀子¹ 前田幸人¹ 門田敏秀¹

論文受付
2020年9月30日

論文受理
2021年1月19日

Code No. 131

¹ 香川大学医学部附属病院放射線部

² 香川大学医学部組織細胞生物学

緒言

われわれが前号で紹介した医学部解剖学実習室用人体骨標本のステレオ写真による骨標本ステレオ解剖図は、骨の複雑な形や骨表面および骨の立体構造を把握するのに有効である¹⁾。しかし、X線画像では、骨のX線吸収差のため骨標本写真では描出されている微

小な骨構造が描出されない場合や骨標本写真では写らない骨の内部組織の構造や骨の重なりがX線吸収差による重積像として描出されるため、二次元的なX線画像を実際の複雑な骨の立体構造に対応させ理解することは容易ではない。

そこで、骨標本のX線画像で描出される内部構造

Creation of a Stereo-paired Bone Anatomical Chart Using Human Bone Specimens for X-ray Anatomical Education Part II: Addition of Stereo-paired X-ray Bone Images to the Anatomical Chart

Hiroo Segawa,^{1*} Nobukazu Araki,² Akihiro Miki,¹ Yasuhiro Ide,¹ Tatsuya Yamasaki,¹ Yuichirou Mori,¹ Yukiko Onishi,¹ Yukito Maeda,¹ and Toshihide Monden¹

¹ Department of Radiology, Kagawa University Hospital

² Department Histology and Cell Biology, Kagawa University Hospital

Received September 30, 2020; Revision accepted January 19, 2021

Code No. 131

Summary

In a previous issue of this journal, we published a report entitled “Creation of Stereo-paired Bone Anatomical Charts Using Human Bone Specimens for Radiation Education” To understand how the bone specimen is visualized as an X-ray image, we newly created a bone specimen stereo-paired X-ray anatomical chart by adding the X-ray images of the same bone specimen. When a bone is X-rayed, the surface structure and internal structure of the bone are visualized as a composite image of the difference in X-ray absorption, and each bone becomes a unique X-ray image. Therefore, we took stereo-paired X-ray images of the bone specimens by the same method as the stereo-paired anatomical chart of the bone specimens. Then, we arranged the stereo-paired X-ray images and surface images of the same bone specimen in the one sheet to be readily compared. Similar to the previous bone specimen anatomical charts, these data of X-ray image anatomical chart were also made into an electronic file, so that we can do the three-dimensional observation of bone X-ray images even at the place of radiological examination or at home through electronic media. Until now, none of the specialized anatomy books and pictorial books are available for stereoscopic viewing of bone specimens and bone X-ray images. However, this stereo-paired X-ray image anatomical chart enabled us to learn accurate three-dimensionalization of bones by comparing the bone surface morphology and bone X-ray images.

Key words: bone specimen, a bone specimen stereo-paired X-ray anatomical chart, the X-ray images of the same bone specimen, X-ray image anatomical chart, stereoscopic viewing of bone specimens and bone X-ray images

*Corresponding author

および重積像を理解するために、骨標本ステレオ解剖図に掲載した同一の骨標本でステレオ X 線画像を作成し、骨標本表面画像と骨標本 X 線画像を並べ対比しながら確認できる「骨標本 X 線画像を利用した骨標本ステレオ X 線解剖図」を作成した。そしてインターネット上にアップロードすることで、必要とされる臨床や教育の場で広く利用できるようにした²⁾。ステレオグラム of 立体視 (以後、立体視)^{3,4)} による骨 X 線画像の立体観察は、立体視の方法が修得できれば特別なツールも必要とせず、最も簡便で利用範囲が広いものと考えられる。

1. 方法

1-1 使用機器とステレオ X 線写真撮影法

骨標本の X 線画像作成は、X 線装置 FUJIFILM DR BENE0 [DR-XD100, DR-ID100] (富士フイルムメディカル株式会社, 東京), DR 方式カセット型デジタル X 線画像診断装置 FUJIFILM DR CALNEO flex (富士フイルムメディカル) を使用した。ステレオ X 線画像撮影用回転台はサンワサプライ社製 (岡山) を用い、骨標本ステレオ解剖図と同様に骨標本の必要な骨方向を X 線撮影し、その撮影した方向から左に 10 度と右に 10 度の角度差で骨標本を回転させステレオ X 線画像を撮影した。立体視には交差法と平行法がある。平行法では左右の目の間の距離よりも離れた二つの対象に対しては立体視が困難であり³⁾、交差法が画像サイズを大きくできる利点があり平行法より習得しやすいとされるため、交差法を採用した¹⁾。

1-2 ステレオ用骨標本 X 線解剖図の作成

香川大学医学部での解剖学教育に使用されている骨標本を X 線撮影に利用した (香川大学倫理委員会, 承認番号: 平成 26-044)。骨標本は、ナイロン糸でつながれた手と足の骨以外は分離の状態である (Fig. 1)。頭部: 頭蓋骨, 上肢: 鎖骨, 肩甲骨, 上腕骨, 橈骨, 尺骨, 手根骨, 手, 下肢: 寛骨, 大腿骨, 脛骨, 腓骨, 足, 脊椎: 頸椎 7, 胸椎 12, 腰椎 5, 仙骨, 尾骨, 胸郭: 肋骨 12 対, 胸骨のすべての骨標本について必要な方向を上記した方法でステレオ X 線撮影した。

骨標本のステレオ X 線画像は、必要な骨方向の X 線画像を正面画像として、この方向から左に回転角度 10° の画像を左方向画像、右に回転角度 10° の画像を右方向画像として、正面画像と左方向画像の組み合わせと正面画像と右方向画像の組み合わせのステレオ X 線画像を比較して、骨 X 線画像の描出が把握しやすい組み合わせの方を骨標本のステレオ用 X 線画像と

Fig. 1 Human bone specimen.

して採用した。特に X 線画像上、骨の構造や X 線吸収差による特有の重積像 (Fig. 2a) となる椎骨の場合は、前面 (Fig. 2b)、後面 (Fig. 2c)、側面、上面 (Fig. 2d)、下面 (Fig. 2e) の 5 方向から X 線撮影した。

これらの X 線画像を交差法で立体視できるように PowerPoint 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) 上で配置し、骨標本ステレオ解剖図と骨標本ステレオ X 線解剖図を一対にして作成した (Fig. 3)。すべての図について、骨および部位の名称を、解剖学書⁵⁻⁸⁾ の図譜と「解剖学用語」⁹⁾ を参照し記入した。英語名は、ステッドマン医学大辞典¹⁰⁾ に従って掲載した。PowerPoint で作成したファイルは、PDF 形式で保存し、香川大学医学部のインターネットサーバにアップロードした。

2. 結果

2-1 骨 X 線画像の立体視

骨標本ステレオ X 線解剖図では、骨標本ステレオ解剖図で理解できなかった“重なり合う骨が X 線吸収差によってできる X 線透過画像”を立体的に観察することが可能になった。X 線画像で描出される重なり合う骨が骨のどの構造との重なりか骨標本 X 線画像の立体視で把握することができた (Fig. 3)。

2-2 骨標本ステレオ X 線解剖図の作成

頭部 (Fig. 4)、上肢 (Fig. 5)、下肢、脊椎、骨盤 (Fig. 6)、胸郭について骨標本ステレオ画像と骨標本ステレオ X 線画像を一対にした骨標本ステレオ X 線解剖図を作成した。骨名、部位の名称は、骨標本ステレオ画像と骨標本ステレオ X 線画像が比較し確認できるようにした解剖図の写真中に引き出し線で番号を付け、

Fig. 2 Frontal bone X-ray image of the lumbar spine originated from different X-ray absorption and stereo-paired bone X-ray images using the same bone specimen.

- (a) Frontal X-ray image of the lumbar spine
- (b) Frontal stereo-paired X-ray image of the lumbar spine (from the left front direction)
- (c) Back face stereo-paired X-ray image of the lumbar spine (from the right rear direction)
- (d) Upper face stereo-paired X-ray image of the lumbar spine (from the upper left direction)
- (e) Lower face stereo-paired X-ray image of the lumbar spine (from the lower right direction)

日本語の解剖学名と英語名を写真枠外に記載した。作成した全身骨の種類を Table に示した。

2-3 電子媒体における利用

骨標本ステレオ X 線解剖図のない施設、教育の場においてもインターネットを介してダウンロードし、モニターでの表示や印刷することを可能とした。これにより骨標本を置くことができない施設でも容易に骨標本による骨と骨の X 線画像の確認が可能となった。

3. 考 察

骨の X 線画像を作成するわれわれ診療放射線技師が骨の複雑な形や骨表面および骨の立体構造を把握することが重要と考え、実物の骨標本を利用し骨標本ステレオ解剖図を作成したが、X 線画像では骨の X 線吸収差が描出されるため、骨標本の写真と異なった画像が描出される。骨標本で繊細な骨表面構造は X 線画像では描出されず、骨標本では描出されない X 線吸収差による各骨独特の内部構造や骨の重なりによる重積像が描出されるため、骨標本の表面解剖と X 線画像解剖が一つの解剖図の中で対応する形で見ることは詳細な骨構造の把握に利用できると考える。

実物の骨標本は、診療放射線技師の教育において利

用できる教育施設は少なく¹⁾、一般に骨の構造は解剖学書^{5~8)}で学習するのが現状である。また骨標本の X 線画像は解剖学書にほとんど掲載されていなかった。今回、われわれが作成した骨標本ステレオ X 線画像解剖図では骨の X 線画像だけでなく X 線画像の立体感も把握できるため、臨床や教育の現場を担う診療放射線技師に活用されれば支援できると考える。

また、立体視を訓練しても立体的に見ることができない人もいることなどからステレオ赤青メガネ方式の赤青メガネ・紙製 耳かけタイプ(ステレオアイ、埼玉)など他の立体視の方法も今後取り入れ、より多くの人が容易に人体骨と人体骨の X 線画像の立体感を得られることのできる解剖図の作成を検討している。

本方法にはいくつかのリミテーションがある。手と足以外の骨標本は、個々にステレオ X 線画像を撮影したが、手の指骨と足の趾骨等に関しては、各骨標本を分けず透明糸でつながれたままの状態の方が位置関係の特徴をつかめるため個々に分けずに骨標本ステレオ X 線画像を作成している。また、骨標本ステレオ X 線画像解剖では、関節軟骨や靭帯がなく、生体での複数の骨の位置関係や正確な関節構造の再現が困難である。このため、関節等の表現には CT の 3D 画像等を利用することが必要となる。今後、CT 画像¹¹⁾を併用した骨標本ステレオ X 線解剖図も検討したい。

Fig. 3 Stereo-paired bone surface and stereo-paired bone X-ray images of the 4th cervical vertebra.
 (a) Frontal view of the stereo-paired bone surface images and corresponding stereo-paired bone X-ray images of the 4th cervical spine, showing the surface structure of posteriolateral lip (from the left front direction)
 (b) Upper view of the stereo-paired bone surface images and corresponding stereo-paired bone X-ray images of the 4th cervical spine (from the upper left direction)

Fig. 4 Stereo-paired bone X-ray anatomical charts of the cranial bones specimen (from the left front direction).

Fig. 5 Stereo-paired bone X-ray anatomical charts of the ulna specimen (from the right rear direction).

Fig. 6 Stereo-paired bone X-ray anatomical charts of the ilium, ischium, and pubis specimens (from the left front direction).

Table The contents of the bone specimen X-ray anatomical charts

The contents of the bone specimen X-ray anatomical charts		
Head	(15 pages)	Cranial bones
Upper limb	(59 pages)	Humerus, radius, ulna, carpal bones, maniphalanx
Lower limb	(50 pages)	Femur, tibia, fibula, tarsal bones, pediphalanx
Cervical vertebrae	(54 pages)	Atlas (C1), axis (C2), 3rd~6th vertebra (C3~C6), vertebra prominens (C7)
Thoracic vertebrae	(79 pages)	T1~T12; 12spinal segments
Lumbar vertebrae	(36 pages)	L1~L5
Sacrum	(22 pages)	Fusion of five naturally separated sacral
Coccyx		Fusion of four trace vertebrae
Pelvis	(19 pages)	Ilium, ischium, pubes
Thoracis	(50 pages)	Rib; 12 of the ribs right side, clavicle, scapula, sternum

最後に、この骨標本ステレオ X 線解剖図は、必要な施設に電子ファイルで活用できるように無償配布して意見を集めることにより、更に臨床の場や患者説明に適した X 線解剖図にアップデートしたいと考えている。

4. 結 語

骨標本で描出される繊細な骨表面構造は X 線画像では描出されず X 線吸収差による各骨独特の内部構造や骨の重なりによる重積像が描出される。そこで、今回、骨標本ステレオ解剖図に骨標本ステレオ X 線画像を対応させることで骨標本ステレオ X 線解剖図を作成した。この資料は電子ファイルとして無料ダウンロードが可能なものとし、放射線検査の臨床や教育の場でタブレット上や印刷物として広く利用できるものとした。

のとした。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、人体骨標本の利用の際にご協力いただいた香川大学医学部組織細胞生物学教室の皆様、香川大学医学部附属病院撮影室・CT 室の皆様に深く感謝いたします。

本研究の要旨は、第 30 回日本診療放射線技師学会大会(2014 年 9 月、大分)にて発表した。

利益相反

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

参考文献

- 1) 勢川博雄, 荒木伸一, 三木章弘, 他. 放射線教育のための骨標本ステレオ解剖図を利用したステレオ解剖図の作成. 日放技学誌 2020; 76(12): 1281-1286.
- 2) 香川大学医学部組織細胞生物学教室ホームページ. <http://www.kms.ac.jp/~anatomy2/bone/bone.index.htm>, 電子ファイル請求先: hiroo423@yahoo.co.jp
- 3) 栗田昌裕. クロス法とパラレル法. 3D 写真で目がどんどん良くなる本(王様文庫). 三笠書房, 東京, 2001: 32-48.
- 4) 中川和弘. 立体視の方法. 5 分で目がよくなる 3D の不思議な目の旅. 中経出版, 東京, 2003: 1-17.
- 5) 大内 弘, 平沢 興, 森富, 他. 分担解剖学 1 骨学・靱帯学・筋学. 金原出版, 東京, 2006: 27-172.
- 6) Heinz Feneis. 骨. 図解 解剖学事典. 山田英智 監訳. 医学書院, 東京, 1980; 8: 2-53.
- 7) 大野忠雄, 黒澤美紀子, 高橋健一, 他 共訳. 脊柱. トータラ人体の構造と機能. 丸善, 東京, 2008; 3: 223-238.
- 8) McMinn RMH, Hutchings RT. 人体解剖カラーアトラス縮刷版. 佐藤達夫 訳, 東京: 南江堂, 1985.
- 9) 解剖学用語委員会 編. 解剖学用語. 東京: 医学書院, 2007.
- 10) ステッドマン医学大辞典編集委員会 編. ステッドマン医学大辞典 電子版 改訂第 4 版. 東京: メジカルビュー社, 1997.
- 11) 井田義宏, 藪谷俊峰, 沢田武司, 他. X 線 CT に於ける三次元表面再構成法(3DCT)とリアルタイム MPR の有用性. 日放技学誌 1989; 45(3): 494.

問合せ先

〒761-0793 香川県木田郡三木町池戸 1750-1

香川大学医学部附属病院放射線部 勢川博雄 電子ファイル請求先: hiroo423@yahoo.co.jp