臨床技術

アントンセン I 法撮影の簡略化

赤沢 宏・山本賢二

豊科赤十字病院放射線科

論文受付
2000年3月8日論文受理
2001年2月23日

Code No. 241

緒言

踵骨は、解剖学的に複雑な形状と多くの関節面から成る。上面では距骨との間に三つの関節面、すなわち後(Fig. 1-1)、内(Fig. 1-2)、および前(Fig. 1-3)距骨関節面にて、距踵関節を形成する。前方では、前方突起にある立方骨関節面(Fig. 1-4)にて、立方骨と踵立方骨

関節をつくっている。また、距骨、舟状骨との間に距踵舟状関節を持っている。この距踵舟状関節は、中足部関節の重要な部分を成しており、距踵関節と共同の機能を営み、距骨下関節といわれている。

柏木によれば「可動性の少ない関節であるがゆえに、骨折により重要な後関節面に不適合を来し、ある

Synthesis of Two Angles in Anthonsen's Method

HIROSHI AKAZAWA and KENJI YAMAMOTO

Toyoshina Red Cross Hospital, Department of Radiology

Received March 8, 2000; Revision accepted Feb. 23, 2001; Code No. 241

Summary

The fracture of the calcaneus frequently involves the surface of the posterior talocalcaneal joint. Therefore, the Anthonsen position, which is effective for visualizing the posterior talocalcaneal joint surface, should always be indicated in patients suspected of fracture of the calcaneus. The Anthonsen I position, however, requires x-ray irradiation at an angle of 25° in the head and caudal directions and at 30° in the dorsoventral direction, which frequently results in the need for repeated x-ray examinations due to orientation errors. An alternative approach is to conduct x-ray examination using a tilting table adjusted to an angle of 25° or to carry out x-ray examination at a position of 45° heel lift. The adoption of these techniques enables relatively unconstrained visualization of the talocalcaneal joint, although x-ray examination in the heel lifting position may cause stress to patients suffering post-traumatic pain. The reproducibility of post-traumatic, preoperative and postoperative projections, however, is poor. As a solution to these problems, we have developed a new x-ray examination technique. The incident x-ray angle has been simplified by synthesizing the two angles used with the Anthonsen I position. Furthermore, the position of the foot is determined by means of an auxiliary projection device. Our simplified version of the Anthonsen I position reduces the number of projection processes and does not require the patient to adopt an awkward position. In addition, this modified technique enables the visualization of the posterior talocalcaneal joint surface as clearly as with conventional x-ray examination.

Key words: Anthonsen, Talocalcaneal joint, Fracture of calcaneus

別刷資料請求先：〒399-8205 長野県南安曇郡豊科町大字豊科5685
豊科赤十字病院 放射線科 赤沢 宏 宛

Fig. 1 Anatomy of calcaneus³⁾

a: A view of the right calcaneus from the top.

b: An internal view of the right calcaneus.

c: An external view of the right calcaneus.

1: Facies articularis talaris posterior.

2: Facies articularis talaris media.

3: Facies articularis talaris anterior.

4: Facies articularis cuboidea.

5: Sulcus calcanei.

6: Tuber calcanei.

7: Sustentaculum tali.

8: Sulcus tendinis m. flexor hallucis longi.

9: Trochlea peronealis.

10: Sulcus tendinis m. peronei longi.

いは、その結果変形性関節症を招来すると、わずかの運動によっても疼痛を訴えることになる¹⁾と述べている。一度損傷するとその治療は容易ではない。

踵骨のX線撮影は、骨折線の方角、転位の状況を知り、治療を決定し、併せて予後を判定するために、一般的に側面像、アントンセンI法像、軸位像の撮影が行われる。柏木によれば「踵骨の持つ三つの距骨関節面のうち、後距骨関節面が最も大きく踵骨骨折の70～75%にはこの関節面が含まれ、その程度は機能障害と密接な関係を有している大切な関節である¹⁾と述べており、踵骨に骨折が疑われる場合、後距踵関節の描出に優れたアントンセンI法撮影を欠くことはできない。Anthonsen(1943)によれば「背臥位で足を軽度背屈位とし、腓側にフィルムを置き、X線を頭尾方向に25度、背腹方向に30度で脛骨果部直下に入射して撮影する(要約)²⁾(Fig. 2)と述べている。このアントンセンI法撮影像によると、後距踵関節は濃い2本の平行線

としてみられ、その平行線の先端に、踵骨上面の踵骨溝(Fig. 1-5)と距骨溝から成る、円形の足根洞が投影される。アントンセンI法撮影像に従って踵骨骨折を診断する際、後距骨関節面を含む骨折でしかも転位がある場合には、二つの平行線は破れ、角度を成すか、または一直線が中断される。これは後距骨関節面に適合不良のあることを示す。

アントンセンI法撮影は、他の撮影方法に比べ、X線を頭尾方向に25度、背腹方向に30度という二つの角度を付けて入射しなければならないため、比較的方向付けを間違えやすく、再撮影が多い。撮影時には、X線管操作パネルを使用したX線管の回転操作に加え、他の撮影でも操作頻度の少ない照射筒の回転操作を行う必要がある。また、近年では撮影時の安全性を重視した分、照射筒の回転操作が制限された撮影装置も見受けられ、困難な撮影になっている。

撮影者が比較的容易に、距踵関節を描出させる撮影

Fig. 2 An oblique projection for x-ray examination of the talocalcaneal joint (from Anthonsen).⁴⁾

方法として、25度の傾斜台を使う方法¹⁾、^{注1)}や、踵を45度持ち上げて撮影する方法⁵⁾、^{注2)}がある。しかし、いずれも外傷時に疼痛のある足を挙上するため患者には苦痛な撮影となり、受傷後、術前、術後の撮影の再現性も困難になっている。

アントンセンI法撮影の簡略化を図り、受傷後等に有用な撮影手技の考案を目的とする。

1. 方法

1-1 X線入射角度の算出と撮影補助具の作成

踵骨側位の姿勢で撮影可能なアントンセンI法撮影において、頭尾方向に25度、背腹方向に30度という二つの角度を合成したX線入射角度と足部の位置付角度を算出し、X線操作パネルを使ったX線管の回転角度と足部を正確に位置付けするための撮影補助具を作成する。

1-1-1 定義

アントンセンI法撮影を、撮影寝台に水平な面(以下、撮影面)に長方形の底面(□BCDE)を持った四角錐(ABCDE)で表現する。

フィルムは撮影面に水平に置き、体位は踵骨隆起、第1中足骨骨頭、第5中足骨骨頭を結ぶ面(以下、足底面)がフィルム面と垂直になるような側位とする(Fig. 3)。

- A : X線管焦点
- B : X線管焦点の撮影面への垂直下点から、足底面とフィルム面が交差してできる直線(以下、足底面・フィルム面接線)に平行な線上で、X線管焦点より、背腹方向30度の角度で撮影面に落とした点
- C : X線中心線のフィルム投影点

Fig. 3 Diagram synthesizing two angles (from Anthonsen).⁴⁾

- D : X線管焦点の撮影面への垂直下点から、足底面・フィルム面接線に直行した線上で、X線管焦点より、頭尾方向25度の角度で撮影面に落とした点
- E : X線管焦点の撮影面への垂直下点
- $\angle EAB : 30^\circ$
- $\angle EAD : 25^\circ$
- AC : 100cm
- AE : X線管焦点の撮影面からの高さ

注1) 25度に傾いた台の上に頭尾方向に検側足部が傾くように位置付け、腓側にフィルムを置き、X線を背腹方向に30度で脛骨果部直下に入射する撮影方法。

注2) 検側足部を下にした側臥位で、撮影台に置いたフィルムと撮影台から持ち上げた踵の角度を45度に位置付け、X線を頭尾方向に20度で脛骨果部直下に入射する撮影方法。

α : $\angle BEC$, $\overline{CE}$ と, 足底面・フィルム面接線が成す角度

θ : $\angle EAC$, X線入射角度

1-1-2 X線管焦点の撮影面からの高さ $\overline{AE}$

$$\overline{BE} = \tan 30^\circ \times \overline{AE} = \overline{CD}$$

$$\overline{DE} = \tan 25^\circ \times \overline{AE} = \overline{CB}$$

$$\overline{CE} = \sqrt{\overline{CB}^2 + \overline{BE}^2}$$

$$= \sqrt{(\tan 25^\circ \overline{AE})^2 + (\tan 30^\circ \overline{AE})^2}$$

$$= \sqrt{(0.466 \overline{AE})^2 + (0.577 \overline{AE})^2}$$

$$= \sqrt{0.217 \overline{AE}^2 + 0.333 \overline{AE}^2}$$

$$= \sqrt{0.550 \overline{AE}^2}$$

$$= 0.742 \overline{AE}$$

$$\overline{AE}^2 + \overline{CE}^2 = \overline{AC}^2$$

$$\overline{AE}^2 + (0.742 \overline{AE})^2 = (100)^2$$

$$\overline{AE}^2 + 0.551 \overline{AE}^2 = 10000$$

$$1.551 \overline{AE}^2 = 10000$$

$$\overline{AE} = \sqrt{\frac{10000}{1.551}}$$

$$= 80.296$$

$$\approx 80.3 \text{ cm}$$

1-1-3 X線入射角度 θ

$$\cos \theta = \frac{\overline{AE}}{\overline{AC}}$$

$$= \frac{80.3}{100}$$

$$= 0.803$$

$$\therefore \theta = 36.582$$

$$\approx 36.6^\circ$$

1-1-4 $\overline{CE}$ と, 足底面・フィルム面接線が成す角度 α

$$\tan \alpha = \frac{\overline{BC}}{\overline{BE}} = \frac{\overline{DE}}{\overline{BE}}$$

$$= \frac{\tan 25^\circ}{\tan 30^\circ}$$

$$= \frac{0.466}{0.577}$$

$$= 0.808$$

$$\therefore \alpha = 38.938$$

$$\approx 38.9^\circ$$

1-1-5 撮影補助具の作成 (Fig. 4)

フィルム上で, X線像がいつも同じ向きで観察できるように, カセットの一辺に, 足底面・フィルム面接線を平行に合わせることにした。そのため, $\overline{CE}$ に平行な基準線 ① と, 38.9度で前述のカセットの一片を

添える基準線 ② を持つ, M字型の撮影補助具を作成した。

撮影補助具は, その両面を使って左右の撮影を使い分ける。

撮影補助具の表面には, 左右, X線の角度, 方向等を明記した。

1-2 比較

アントンセン I 法撮影には, X線管支持装置を使用して二つの角度を作る方法と, 25度の傾斜台の上に足を載せて撮影する方法がある。距離の正確性と患者の安楽に勝る前者の撮影方法(以下, 従来撮影方法)と, 算出したX線入射角度と撮影補助具を使った撮影方法(以下, 新撮影方法)で, 協力者の健常足を実際に撮影して比較した。

1-2-1 従来撮影方法の撮影に至る行程

X線管操作パネルを使用したX線管の回転で, $\angle EAD$ の角度設定をする。

- 1) 準備: カセットを $\overline{DE}$ に平行に合わせる。X線管焦点の高さは, 撮影面より垂直に80.3cmとする。
- 2) 体位: 患者は検側腓側を下にした側位とし, $\overline{BE}$ に足底面・フィルム面接線を平行に合わせる。
- 3) 撮影: X線管操作パネルを使用してX線管を頭尾方向に25度回転し, さらに照射筒を背腹方向に30度回転し, X線を脛骨果部直下に入射する。

1-2-2 新撮影方法 (Fig. 5) の撮影に至る行程

X線管操作パネルを使用したX線管の回転で, $\angle EAC$ の角度設定をする。

- 1) 準備: カセットを撮影補助具に添え, 撮影補助具の基準線 ① を, $\overline{CE}$ に平行に合わせる。X線管焦点の高さは, 撮影面より垂直に80.3cmとする。
- 2) 体位: 患者は検側腓側を下にした側位とし, 撮影補助具の基準線 ② に, 足底面・フィルム面接線を合わせる。
- 3) 撮影: X線管操作パネルを使用してX線管を頭尾方向に36.6度回転させ, X線を脛骨果部直下に入射する。

2. 結果

2-1 X線撮影像の比較 (Fig. 6, 7)

従来撮影方法と全く同様な画像が得られた。

2-2 作業行程の比較

新撮影方法にすることによって, 照射筒を回転する

Fig. 4 Assistant tool of new method.
a: For right foot (front)
b: For left foot (rear)

Fig. 5 New method for x-ray examination of the talo-calcaneal joint.

Fig. 6 Conventional method.

Fig. 7 New method.

行程が省略された。

3. 考 察

新撮影方法は、アントンセン I 法撮影として、従来撮影方法と全く同様の画像が描出できる撮影方法である。

アントンセン I 法撮影は、踵骨骨折の程度を判断す

る撮影であるから、救急撮影で施行されることも多く、患者の苦痛の軽減、撮影の短時間化が求められる。

新撮影方法を施行することにより、傾斜台の上に足を載せるといった、無理な体位を必要とせず、時にはキャスター付担架上でも、踵骨側面像撮影方法の体位のままで撮影できるので、患者の苦痛の軽減が図ら

れ、再現性も保たれる。また入射角度が単純化されたことで、X線管操作パネルによるX線管の回転操作のみで撮影でき、撮影補助具にX線入射角度等を表示することにより、再撮影の減少と短時間での撮影が可能となった。

撮影補助具は、扱いやすく邪魔にならないB5版程度の大きさとし、材質に発泡スチロールを採用したが、カセットを保持する目的だけで、写真になんら影響しないので、どのような材質でもかまわない。しかし、患者に接触する可能性等を考えると、発泡スチロール等、適度に柔らかい材質が適している。

撮影室に限らず手術室においても、撮影補助具を使用することにより、術中透視における、距踵関節評価体位での術中支援も容易になると考えられる。

4. まとめ

X線の入射角度の算出と、撮影補助具の作成によりアントンセン I 法撮影を簡略化した。

この新撮影方法は、X線管操作パネルによるX線管の回転操作のみで、X線入射角度を決定でき、撮影補助具を使用して、足を容易に位置付けられるため、撮影者に分かりやすく、再撮影の減少と、撮影の短時間化が可能であった。また、踵骨側位の姿勢のまま撮影するため、患者に無理な体位を要求することなく、患者の苦痛が軽減され、再現性を保つことができた。

新撮影法は、受傷後、術前、術後のアントンセン I 法像の描出に有用な撮影手技である。

謝 辞

稿を終えるにあたり、論文作成のご指導をいただいた豊科赤十字病院 整形外科 田口和宏先生、長野赤十字病院 中央放射線部 八町 淳先生に厚く御礼申し上げます。

なお、本論文の要旨は日本放射線技術学会第45回関東部会研究発表大会にて発表した。

参考文献

- 1) 柏木大治：踵骨骨折の診断と治療。整形外科，15(14)，1213-1219，(1964)。
- 2) Anthonsen W: An oblique projection for roentgen examination of the talo-calcaneal joint, particularly regarding intra-articular fracture of the calcaneus. Acta radiol, 24, 306-310, (1943)。
- 3) Taschenatlas der Anatomie: Werner Platzer, 1979，越智淳
- 三 訳：運動器の系統解剖学。分冊解剖アトラス 1，pp. 212-213，文光堂，東京，(1990)。
- 4) 江副正輔，田島聖正，森山有相：2 一般撮影法。診療放射線技術選書 6 X線撮影技術，pp. 148-149，南山堂，東京，(1981)。
- 5) Swallow RA: 3 Subtalar joints. Clark's Positioning in Radiography, pp. 103, Butterworth Heinemann, Glasgow, (1986)。

図表の説明

Fig. 1 踵骨の解剖³⁾。

- (a) 上から見た右の踵骨。
 - (b) 内側から見た右の踵骨。
 - (c) 外側から見た右の踵骨。
1. 後距骨関節面。
 2. 中距骨関節面。
 3. 前距骨関節面。
 4. 立方骨関節面。
 5. 踵骨溝。
 6. 踵骨隆起。
 7. 載距突起。
 8. 長母指屈筋腱溝。
 9. 腓骨筋滑車。
 10. 長腓骨筋腱溝。

Fig. 2 アントンセン I 法撮影⁴⁾。

Fig. 3 X線入射角度の算出図。

Fig. 4 距踵関節撮影補助具。
(a) 右足撮影用(表面)。
(b) 左足撮影用(裏面)。

Fig. 5 新撮影方法。

Fig. 6 従来撮影方法によるX線像。

Fig. 7 新撮影方法によるX線像。