

BUS (blurred under-subtraction) 를 應用한 血管造影寫眞의 增強

中央大學校病院 放射線科

金健中 · 沈炯鎭 · 朴璟鎭 · 姜泰權*

Abstract

Application of Blurred Under-subtraction Method on Angiography

Keon Chung Kim, Hyung Jin Shim, Kyung Jin Park, Tae Kwon Kang*

Dept. of Radiology, Chung Ang University Hospital, Seoul, Korea

Subtraction is an essential technic to improve imaging quality in various radiological procedures. The limitations of subtraction, however, are well known.

Blurred under-subtraction (BUS) method has been suggested to overcome and compensate these limitations.

Ten cases of angiography were subtracted by conventional subtraction and BUS technic.

Results of this study revealed that BUS method is simple to perform and imaging quality obtained by BUS is excellent. Comparing to conventional subtraction, BUS method has advantages. For example, BUS need no mask film or no immobilization of patient during examination.

Improvement of imaging quality is achieved by edge enhancement, homogeneous blurring of background density and increasing contrast.

With emphasis of its simplicity in technic, we would report that BUS method is a useful adjunct imaging technic in various radiological procedures.

目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗方法 및 材料
- III. 結 果
- IV. 考 察
- V. 結 論
- 參考文獻

I. 緒 論

Subtraction technique 는 血管造影像에서 원하지 않는 影像을 除去하는 寫眞學의 方法으로서, 骨 및 背面陰影을 除去하여 血管의 再現性을 높혀 줄 수 있는 까닭에 오래전부터 利用되고 있는 方法이다. 이 方法은 원래 造影寫眞像에 없었던 情報를 提供할 수는 없고, 다만 診斷的으로 有益한 情報의 可視性을 增加시킬 수만

이 있다.

連續血管造影에 利用하는 subtraction technique 를 위해서는 單純攝影像과 血管造影像이 必要하고, 單純攝影과 連續血管造影時에 被寫體의 不動性等이 要求된다.

著者들은 血管造影後 subtraction technique를 適用 할때 이들의 條件이 完全히 充足되는 경우가 드물다는 것을 察知하였으며, 특히 胸部와 腹部血管造影에서는 患者의 呼吸과 腸管運動으로 인하여 造影前과 造影後 位가 一致되기가 매우 어렵다는 것을 여러번 經驗하였다. 이에 著者들은 血管造影後 subtraction technique (first order method)와 blurred undersubtraction method를 併行 實施하여 그 長·短點을 分析하여 結果를 報告하는 바이다.

II. 實驗方法 및 材料

blurred undersubtraction method는 다음과 같이 2 段階 寫眞處理過程을 거쳤다.

1) 1 段階 處理過程

blurred masking film을 얻기 위한 過程으로서 subtractor 上段 유리의 두께를 5mm 로하여 유리下面에 血管造影像을 붙이고 유리 上面에 未露出 subtraction film을 놓은 후 빛으로 露光하였다(그림 1-A). 露光 時間은 subtractor의 種類, 影像의 濃度, 유리의 두께

에 따라 變化되지만 著者들은 subtractor를 自體 製作하였기 때문에 約 50 秒가 소요되었다(Dupont社 printer의 경우는 約 3 秒 소요). 記述한 바와 같이, 5 mm 空間(유리의 두께)을 띄우고 露光한 까닭에 masking film은 빛의 擴散으로 인한 blurring과 함께 陽暈의 影像을 얻었다(그림 1-B).

2) 2 段階 處理過程

이 處理過程은 subtraction technique와 同一했다. 유리 上面에 血管造影像-blurred masking film-未露光 subtraction film 順序로 놓고 密着시켜 1 段階方法과 같이 빛으로 露光시킨 후(그림 2-A) 現像處理를 거쳐 血管의 可視性이 增加된 影像을 얻었다(그림 2-B).

Subtractor는 復寫와 subtraction 機能을 가진 것으로 本病院 放射線科에서 自體 製作한 것으로, 光源으로는 15watts/120 volts 白熱電球를 利用하였다. 1 段階 處理過程의 露光時間은 50 秒로 Kodax X-omat subtraction masking film SUB를 사용하였으며, 2 段階 處理過程의 露光時間은 70 秒로 Kodax X-omat subtraction print film SPF를 利用하였다.

blurred undersubtraction method의 長點을 把握하기 위하여, 血管造影術 후 subtraction의 必要性이 있는 患者 10 例를 선정하여 subtraction technique와 blurred undersubtraction method를 實施하여 比較하였다. 10 例중 連續血管造影時 造影前 單純寫眞을 얻

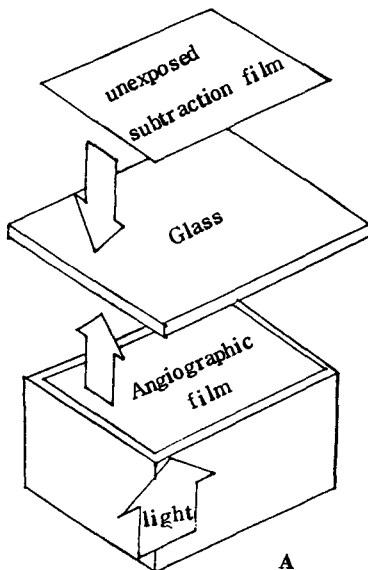
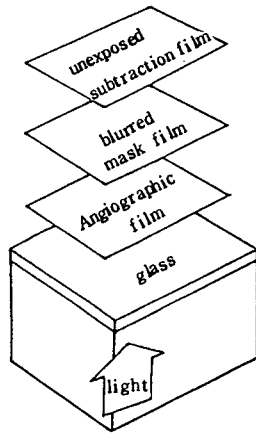
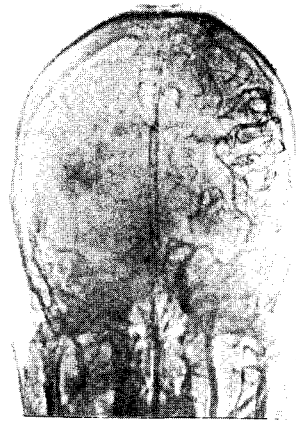


그림 1. Blurred undersubtraction의 1 단계 사진처리 방법 (A) 및 1 단계 처리과정후의 blurred mask film (B)

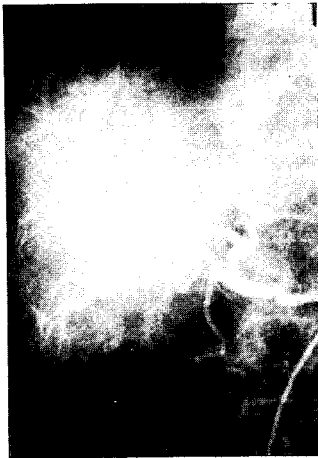


A



B

그림 2. A. blurred undersubtraction 의 2 단계 사진처리방법, B. 최종영상



A



B



C

그림 3. 肝動脈造影寫眞 (A), subtraction寫眞 (B), blurred undersubtraction寫眞 (C)의 比較

은것이 6例, 造影前單純寫眞을 얻지 못하여 blurred undersubtraction method 만을 적용한 것이 4例였다.

Ⅲ. 結 果

Case 1.

CT에서 肝腫瘍이 確認된 患者(65才, 男)로서 肝動脈分布를 評價하기 위하여 肝動脈造影를 實施한 후 에 원래의 血管造影像과 subtraction像, blurred undersubtraction像을 比較한 결과, 원래의 血管造影像에 서는 動脈과 腫瘍陰影이 보였으며 膽囊動脈分枝를 觀察할 수 있었으나 觀緣邊이 微細血管 담낭內 血管分布와 담낭벽이 잘 안보였다(그림 3-A).

造影前單純寫眞을 얻어 subtraction한 結果는 患者의 呼吸運動에 의한 造影前과 造影後의 寫眞位의 不一致로 主動脈의 對照度는 增強되었으나 말초혈관과 담낭內 혈관의 대조도는 오히려 減少하였다(그림 3-B).

blurred undersubtraction에서는 背面의 肝實質濃度의 完全한 除去가 이루어져 主動脈을 비롯한 말초혈관의 對照度(큰화살표)가 上昇하였을 뿐 아니라 緣邊增強效果로 담낭內 혈관과 담낭벽(작은 화살표)이 월등하게 明白해진 것을 觀察할 수 있었다(그림 3-C).

Case 2.

咯血을 1年동안 계속하였던 患者(21才, 男)로서 기관지동맥조영에서 右肺野에 不規則 群集形態의 확장된 혈관분포를 보이고 있었다(그림 4-A). 그러나

肺實質內的 血管對照度는 X-線透過가 심하여 濃度 2.0 이상을 나타내기 때문에 상당히 減少하였다. 필연적으로 subtraction technique를 施行하여 血管對照度 向上을 도모해야 했다. 그러나 subtraction을 利用한 結果는 造影前單純寫眞과 造影後 寫眞간의 不一致가 심하여 肋骨部 周圍에 血管과 類似한 pseudo-artifact(화살표)가 發生하였고 肩鎖關節部の 骨陰影이 完全히 除去되지 않아 擴張된 血管의 可視性을 妨害하였다(그림 4-B). blurred undersubtraction method를 適用하였더니 肋骨緣邊이 뚜렷해지면서 주위의 骨 또는 血管과의 區分이 確實해져 pseudoartifact가 없어졌다. 結果적으로 檢査目的血管이 明瞭해져 혈관대조도가 向上돼 可視性이 월등히 높아졌다(그림 4-C).

Case 3.

頭部外傷의 患者(32才, 男)로서 CT를 施行하였던 바 正常所見을 나타내어 頸動脈造影를 실시하였다. 靜脈相에서 上前頭葉의 頭蓋와 腦 사이에 얇은 無血管野가 의심되어 BUS technique를 施行한 바 無血管野가 確實하게 나타났다. 手術하여 硬膜下血腫을 7cc 除去하였다(그림 5-A, B).

Case 4.

혈압이 높고 顔面紅潮가 갑자기 나타나 副腎腫瘍이 의심스러웠던 患者(37才, 女)로서 副腎靜脈造影를 實施하였다. 右側副腎에 호도알크기의 腫塊가 보이고 腫塊의 中心部를 지나는 靜脈排出이 나타났다. BUS technique를 應用하였더니 緣邊增強效果로 인하여 鮮

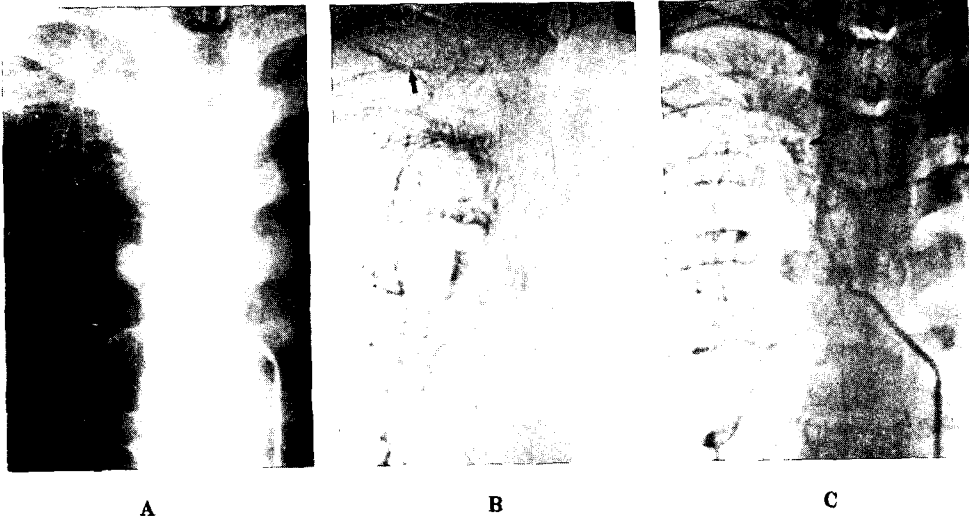


그림 4. 氣管枝動脈造影寫眞(A), subtraction寫眞(B), blurred undersubtraction寫眞(C)의 比較

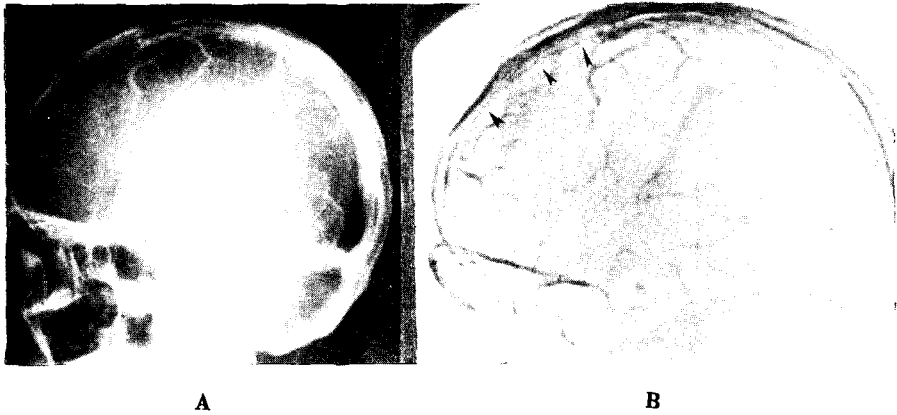


그림 5. 頸動脈造影의 靜脈相 (A) 및 BUS 影像 (B)

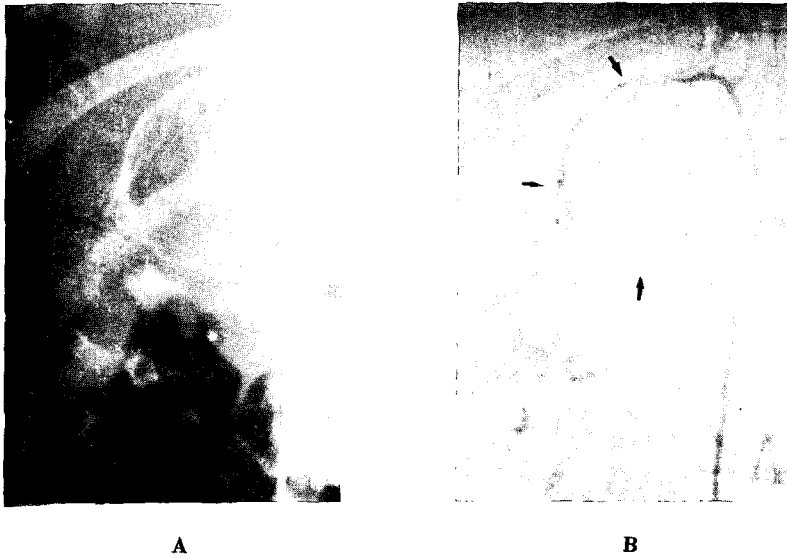


그림 6. 右側副腎(腫塊) 靜脈造影像 (A) 및 BUS 處理後의 右側副腎 靜脈造影像 (B)

明하게 腫塊의 境界와 靜脈描出을 잘 나타냈다(그림 6-A, B). 左側副腎은 正常으로 나타났다.

Case 5.

右甲狀腺頸椎動脈을 통하여 下甲狀腺動脈을 選擇의 으로 造影하였다. 小指端크기의 均質한 腫塊가 右甲狀腺葉의 下端에 나타났다나 周圍의 骨, 肋骨과 微細動脈 等과 重複되어 腫塊의 境界面이 不明瞭했다(그림 7-A). BUS 한 結果, 그림 7-B(화살표)와 같이 腫塊가 鮮明하게 나타나 手術醫가 쉽게 執刀할 수 있었다.

Case 6.

僧帽瓣膜症患者(40才, 女)의 僧帽瓣置換與否를 判定하게 위하여 左心室造影을 施行한 結果, 瓣膜機能低下와 僧帽瓣肥厚가 보였다. BUS에서는 僧帽瓣이 3~4mm정도의 두께로 不均等한 肥厚를 보여 開心術을 實施하여 僧帽瓣을 置換하였다(그림 8-A, B).

Case 7.

單純頭部像(Towne method)에서 內耳道의 확장이 나타났다. BUS 한 結果, 骨界面의 增強으로 擴張度를



A



B

그림 7. 甲狀腺動脈造影像(A) 및 BUS影像(B)



A



B

그림 8. 左心室造影像(A) 및 BUS影像(B)

確實하게 區別할 수 있었다(그림 9-A, B).

IV. 考 察

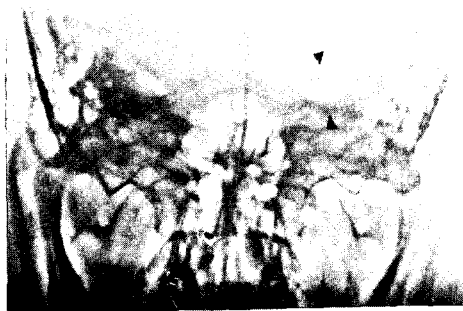
血管의 對照度を 가능한 向上시켜 血管의 相互關係

또는 診斷의 正確性を 기하려는 努力은 계속 進行되어 왔다. 그러나 被射體의 X선 透過差, 散亂線, X線管의 焦點크기, 增感紙의 螢光입자의 크기 등 많은 因子들에 의하여 可視性은 큰 영향을 받게된다.

放射線像에 처음으로 subtraction technique를 應用



A



B

그림 9. 單純 頭部 X線像 (A) 및 BUS 影像 (B)

한 것은 Ziedes des plantes (獨)이었다^{2,3)}.

이 방법은 2枚의 다른 X선寫眞像으로 同一한 構造物은 除去하고 差異가 있는것만을 再生하여 可視性을 상승시키는 것으로서 방법은 복잡하지만 血管造影을 適用하여 骨陰影을 삭제하고 血管만을 再現한다는 점에 큰 成果를 거둔 셈이며, 여러 變形法의 基本이 되었다⁴⁾.

Dronkers⁵⁾, Galkin⁶⁾, Orloff⁷⁾, Chait⁸⁾ 등은 過多露되된 乳房 X線像을 單純한 反轉法을 利用하여 再撮影없이 可視性을 補完할 수 있다고 하였다. 이 방법은 超音波影像의 背面濃도를 검게하거나 밝게하여 눈의 錯視를 利用하여 判讀能力을 向上시키는 것과 類似하지만 緣邊增強效果和 背面濃도의 均等效果를 期待할 수는 없다. 또한 이 방법을 血管造影寫眞에 適用할 때 可視性 向上은 全無하였다.

Hanafee⁹⁾는 subtraction technique를 發展시킨 second order subtraction을 報告하였으며, Joyce¹⁰⁾는 subtraction의 變形法을 開發하여 血管의 可視性 向上을 도모하였으나 方法이 複雜하여 利用頻도가 높지 않았다.

Oldendorf¹¹⁾ 역시 變形法과 autosubtraction technique를 報告하였고, Mauer는 triple masking technique를 發表하였으나 各 處理段階에서 正確히 影像을 同一하게 一致시키는 過程과 濃度調節에 많은 어려움이 뒤따르고 있다.

Under subtraction method는 Kattan¹²⁾에 의하여 放射線寫眞이 印畫時 畫質維持의 目的으로 開發된 것이나, 이를 放射線寫眞의 可視性 向上에 적극 利用하여 blurred undersubtraction (BUS) method라 稱하

였다.

McSweeney¹³⁾ 등은 BUS method를 처음으로 乳房 X線寫眞에 應用하여 被射體 두께 差異에 따른 濃度差를 減少시켰으며, 微細病變의 可視性을 增強하였다. 그러나 現在까지 그 利用範圍는 局限되었으나, 著者는 이를 血管造影寫眞에 應用한 結果 血管의 可視性 向上을 도모하였으며, 특히 高濃度部에 位置한 血管의 再現性은 월등한 增強成積을 보았다.

腦血管造影 A-P projection의 경우, 頭蓋骨의 頭頂部는 特性曲線의 直線部(濃度: 1.0), 乳樣突起는 低濃度部(濃度: 0.5)에 해당되는 까닭에 血管對照도가 많은 차를 나타내는 경우가 허다하였다(그림 5-A). Blurred mask film에서는 反轉이 되어 頭頂部濃도는 0.2, 後頭部濃도는 1.0, 乳樣突起部는 1.5로 2段階處理過程에서의 最終影像의 背面濃도는 1.0으로 特性曲線의 直線部 中點에 서기때문에 均等化가 이루어지던서 高·低濃度の 血管對照도는 增加되었다. Subtraction technique의 경우, 骨陰影이 除去되지만 BUS method는 masking film이 blurring되었기 때문에 오히려 骨陰影의 緣邊部가 두렷이 나타난다. 骨陰影의 삭제 또는 增強은 檢査目的에 따라서 見解를 달리 할 수 있을 것으로 사료된다. BUS method에서 骨陰影의 增強效果는 腦血管造影에서 硬膜外出血과 硬膜下出血의 경우 骨界面과 血管과의 關係를 觀察하여 오히려 診斷의 正確性을 기할 수 있는 장점이 있으므로 選擇的으로 應用할 때에 效果를 기대할 수 있을 것이다.

이와 같은 骨 및 血管對照度の 向上은 背面濃도의 均等化와 緣邊增強效果의 原因이다. 緣邊增強은 그림 10-A와 같이 銅錢을 撮影하였을 때 이를 1段階處理

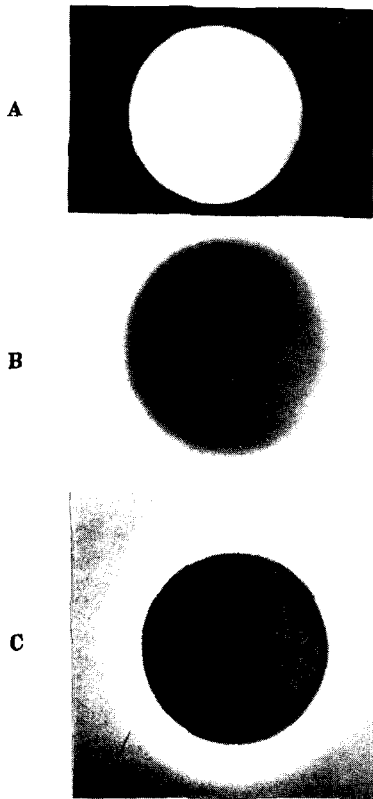


그림 10. 緣邊增強效果의 機轉

- A. 銅錢 X線寫眞
- B. 1 단계 處理過程後의 mask film (Blurring 되고 확대된 反轉影像이 된다)
- C. 2 단계 處理過程後의 最終影像 (緣邊의 가장 자리가 희게 여과되어 增強되었다)

過程을 거쳐 blurred 시키면 그림 10-B와 같이 界面이 흐려지면서 原來銅錢보다 커진 反轉影像을 얻게 된다. 재차 2段階處理過程으로 mask film과 原來의 銅錢像을 重複시키면 銅錢緣邊의 陰影이 여과되면서 界面이 뚜렷해진다(그림 10-C).

Kattan¹⁴⁾은 頭蓋部의 axial projection (Towne method)에 BUS method를 應用하여 後頭部와 頭頂部의 심한 濃度差를 均等化하여 診斷에 도움을 주고, 出版을 위한 適用寫眞을 提供할 수 있었다고 하였다.

著者들은 이에 着案하여 腦血管에 應用하여 좋은 成果를 얻었으며, 더 나아가 患者의 움직임, 腸管의 不隨意運動에 의하여 血管造影像과 造影前 單純像에 差異가 많은 모든 血管造影에 適用하면 診斷의 正確性을 向上시킬 수 있음을 알았다. 그러나 骨陰影이 複雜한 部位 또는 露出不足의 寫眞像의 경우, 그 效果는 크지

못하므로 選擇的 또는 subtraction technique와 併行 實施하는 것이 좋을 것으로 思料된다.

V. 結 論

本 大學病院에서 實施한 血管造影 중 subtraction이 必要하였던 10例에 BUS方法을 併行하여 檢討한 結果, 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 背面濃度의 均等化로 高濃度部에 위치한 微細構造(血管)의 可視性이 월등하게 增加하였다.
2. 緣邊增強效果로 骨 및 血管의 對照度가 增強되어 서로의 相關性을 把握하는 데 도움이 되었다.
3. 處理方法이 매우 간단하였다.
4. 血管造影前 單純寫眞의 必要性이 없어 以前에 檢査하였던 血管造影寫眞의 BUS寫眞을 언제라도 얻을 수가 있었다.
5. 高濃度寫眞(露出過度)의 경우, 再撮影할 必要性이 없이 BUS方法으로 影像增強을 可할 수 있었다.
6. 單純寫眞과 血管造影像과의 不一致로 인한 Pseudoartefact의 發生率이 적었다.
7. 利用幅이 多樣하여 濃度差가 심한 影像의 再生, 微細한 骨界面의 增強, 乳房 X線像의 向上, 出版에 必要한 X線寫眞을 增強할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 허 준 : 방사선사진기술, 신광출판사, 211-212, 1976.
2. Ziedes des Plantes, B.G.: Subtraction, Eine Röntgenographische Methode zur separaten Abbildung bestimmter Teile des Objects, Fortschr Geb Röntgenstr, 52, 69-79, 1935.
3. 한만철, 연경모 : Double Subtraction technique의 진단적 가치, 대한방사선의학회지, 제 12권, 제 1호, 1-4, 1976.
4. Olswnseod, W.H.: Subtraction and auto-subtraction techniques for reproducing radiographs, J. Biol. Photographic Assoc., 32, 65, 1964.
5. Dronckers, D.J. and Van Der Zwagg, H.: Photographic contrast enhancement in mammography, Radiol. clin. Biol., 43, 521-528, 1974.
6. Galkin, B.M., Shaber, G. and Lassen,

- M., et al: Contrast enhancement of low dose mammograms. In reduced dose mammography, Lagan, W.W. and Muntz, P.E. (ed.), 281-295, Masson, 1979.
7. Orloff, T.L.: Contrast enhancement of mammograms, *Med. Radiogr. Photogr.*, 54, 38, 1978.
 8. Chait, A. and Hale, J.: Positive prints of dense roentgenograms, *Radiology*, 101, 331-334, 1971.
 9. Hanafee, W. and Shinno, J.M.: Second-order subtraction and simultaneous bilateral carotid, internal carotid injections, *Radiology*, 86, 334-341, 1966.
 10. Joyce, J.W., Dalrymple, Jungkind, F.F., Scott P.D. and Davasher, B.G.: Improved contrast in subtraction technique, *Radiology*, 94, 157-159, 1970.
 11. Oldendorf, W.H.: A modified subtraction for extreme enhancement of angiographic detail, *Neurol.*, 15, 336-370, 1965.
 12. Kattan, K.R.: A modified blurred under-subtraction method (BUS) and its application, *Radiology*, 134, 782-783, 1980.
 13. McSweeney, M.B., Sprawls, P. and Egan, R.L.: Enhanced image mammography, *Am. J. Roentgenol.*, 140, January, 9-14, 1983.
 14. Kattan, K.R., Ceplan, M.C. and Felson, B.: A method for improving roentgenographic illustrations for publication-blurred undersubtraction (BUS), *Med. Radiogr. Photogr.*, 49, 21-22, 1973.