

論 文 内 容 要 旨

近年、我が国で開発されたFCR (Fuji Computed Radiography) は、フィルム増感紙系を用いずに、高感度イメージングプレートを使用して、空間分解能を損うことなく、あらゆるフィルム撮影系のデジタル化を可能とした。この装置を用いると、一般撮影のデジタル化ばかりか、デジタル量の減算も容易で、Digital Subtraction Angiography (DSA) への応用も可能となった。そこで本システムをDSAに用いる場合の基礎的検討と、臨床応用の画像評価を行ない、その適応と限界について研究した。

基 礎 的 検 討

DSAは濃度分解能が向上した為に、静注法にても動脈造影を可能にした。しかし、DSAでは特に低濃度領域での分解能が問題となるが、定まった評価法がない。そこで、アクリル板にチューブを固定した血管ファントムを試作し、これを用いて空間・濃度分解能を調べた。高濃度領域用にX線チャートを用いると2.8 LP/mm が限界であった。FCRには3種類の処理モードを有し、固定モードは従来のフィルム増感紙と同等で感度幅が狭く、1/4線量では分解されないが、自動感度モードでは1/8線量までは分解能の低下を認めず、1/32線量でも分解できていた。血管ファントムを用いた実験では、血管内ヨード濃度が低下すると、空間分解能も低下し、その関係は血管の太さと血管内濃度との積に比例した。10%で0.9 LP/mm, 4%で0.5 LP/mm, 1%で0.25 LP/mm であった。撮影線量を増すと空間分解能は向上し、減らすと低下したが、1/4線量までは画像劣化は少なかった。フィルムサブトラクション法では8%で0.5 LP/mm であり、DSAでの分解能の向上がわかった。アクリル厚を変えて撮影すると薄いものほど分解能の向上をみた。以上の結果から、FCRをDSAに用いる場合、Digital Fluoroscopy のデータより濃度分解能はやや劣るが、視野が30.5×25.4 cmで、マトリックスが2000×2000で、1ピクセルサイズが100ミクロンのために空間分解能に優れていた。又、FCRの特徴である低線量撮影も可能であり、患者被曝の軽減に役立つことがわかった。

臨 床 的 検 討

イメージングプレートを用いて撮影する場合に、速写装置上の制限と処理時間のかかる点で、IVDSAでは、タイミングミスなく枚数を少なく撮影する必要がある。そこで、色素希釈法を応用した。イヤーピース法にて色素希釈曲線を求め、その出現時間、ピーク時間と、部位別血管が最も良く描出された時間との相関を調べた。この方法を用いると、血管の描出時間は平均約3

秒であるので、約2秒間隔に1枚ずつ、計6～7枚にて目的の血管の描出が可能となった。造影剤の時間濃度曲線が幅が狭くピークの高いもの（若年者）では造影能が良く、幅が広くピークの低いもの（老人、心不全）では造影能が悪くなる。色素希釈曲線から予期される時間濃度曲線から、必ずしも臨床画像のトータル評価を予知することは困難であった。IVDSAの臨床画像評価を106例、236回の撮影に関して行なった。90%に中心静脈へカテーテルを挿入して撮影した。Excellent は従来のフィルム法に比べ同等かそれ以上のもの、Good は画像劣化はあるが臨床的に診断し得るもの、Fair は画像劣化が著しく写っているが診断し得ないもの、Poor は全く情報が得られなかったものとし、四段階に分類すると、Excellent (39%)、Good (50%)、Fair (7%)、Poor (3%) であった。小児頭部を除く頭蓋内血管と四肢の描出が悪かった。Good 以下の画像劣化を来した原因を分析すると、胸部では呼吸や心拍によるもの、腹部では消化管ガスによるミスレジストレーションアーチファクトが多かった。撮影タイミング不足は少なく6例のみであった。IADSAの臨床的画像評価は130症例、372回の撮影について行なった。大動脈造影64回、選択的造影308回、Excellent (81%)、Good (15%)、Fair (3%)、Poor (1%) であった。Good 以下の画像劣化の原因は、胸腹部での、呼吸、心拍、消化管ガスによるミスレジストレーションアーチファクトが多かった。頭部のIVDSAでは幼小児以外では頭蓋内血管の描出が悪く、IADSAの適応が多い。頸部の大血管描出にはIVDSAでも充分だが、甲状腺や副甲状腺病変の描出にはIADSAが必要だ。胸・腹部でも大血管病変にはIVDSAで充分だが、肝癌や腎癌では選択的IADSAでないと小病変を見逃す。骨盤部以下ではIVDSAでは撮影タイミングも難かしく、血管病変の描出も不十分なことが多く、IADSAを必要とすることが多い。

以上の結果からFCRをDSAへ利用することは、臨床画像の上でも充分可能とわかった。画像処理時間のかかる点、リアルタイムに像の見えないことは今後の課題と考えた。

審 査 結 果 の 要 旨

本邦で開発されたFusi Computed Radiography (FCR)は高感度イメージプレートを用いるあらゆるフィルム撮影系をデジタル化するものである。著者はこのFCRをDigital Subtraction Angiography (DSA)に利用する場合の基礎的研究と臨床的研究を行っている。

基礎的研究ではDigital Subtraction Angiography で問題となる低濃度領域での濃度分解能と空間分離能の検査用に血管ファントムを考案して実験を行っている。FCRDSAを施行するにあたり、撮影プログラミングを決定するにあたり色素希釈法を用いている。このことでタイミングミスのない撮影を可能としている。

臨床的研究では静注法によるDSAと動注法によるDSAについて検討しているが、前者では胸腹部大血管病変に適応のあることを、後者では頭部、頸部、四肢に適応のあることを示している。

著者はFCRDSA法は広視野、高濃度分解能を有しているので、DSA法として利用できるものであると結論している。

本論文はFCRDSAが血管造影に新機軸を開くものであることを基礎的並びに臨床的研究から示したものであり、学位に該当するものであると審査した。