

# 撮影条件と入射点の研究 (アンケート調査から)

越田 吉郎 石倉 寛子\* 川向友紀子\*\* 本谷ともえ\*\*\*

## KEY WORDS

Exposure setting, Tube Voltage, Grid, mAs, Entrance point

### はじめに

近年, X線発生装置として単相装置や三相装置の他に, インバータ装置を導入する施設が増加している。インバータの開発当初の数百Hzの周波数から数十kHzとインバータの周波数が高周波に移行し, それによってX線出力の安定性が向上してきた。インバータ装置導入の理由はインバータを用いることによって高圧トランスの省力化や出力波形の安定性, さらに短時間撮影の可能などがあり, 撮影部位に則した撮影条件の選択が期待されるからである。X線出力について, 三相や定電圧装置では単相の1.8倍との報告がある<sup>1)</sup>。このときの三相は6ピークではなく12ピークである。そこで, インバータ装置の導入により実際の撮影条件の変化すなわち選択する管電圧, グリッド, mAsがどの程度変化しているのかを知るためにアンケート調査を行った。それによってインバータ装置導入の意義を考察した。同時に, 各部位における入射点が一般的なものと, 同じになっているかどうかを調べた。

### 調査方法

対象とした施設は, 255施設を無作為に抽出し, アンケート用紙を送付した。回答を得たのは146施設で, 回答率は57.3%であった。調査内容は, 業態種別およびX線装置の現状についてである。

対称撮影部位はごく一般的な部位で, 胸部・腹部・頭部・頸椎・肩関節・腰椎・股関節・膝関節・足関節・手指・足指であるそれぞれの撮影部位における撮影条件と入射点について調査した。

集計には集計計算ソフトMicrosoft社のExcelを用いた。

### 結 果

#### 1) 業態種別とX線発生装置

施設の業態については, ほとんどが病院であったので, 病床数にて区分した。業態種別の調査結果を表1に示す。146施設のうち300床以下のベッドを有する施設が全体の48.6%であった。したがって, 大規模な施設と中小規模の施設がほぼ半々であるので, 調査内容には偏りがないと考えられる。

X線高電圧発生装置について, 表2に示す。使用されているX線発生装置の中で単相あるいは三相装置が主流なのは46.6%であった。また, インバータ装置が主流なのは43.1%で, 最近の装置の主流がインバータに移行しつつあることがわかった。

#### 2) 各管電圧とグリッド比の関係

各管電圧において, 使用しているグリッド比の使用割合について, 部位ごとに示す。表の中で, インと書かれているのは全体のうちインバータ装置が主流である場合である。インと書かれていないのは単相, 三相, インバータをあわせた場合である。

胸部撮影では(表3), 管電圧120kV前後を選択する施設が42.0%であった。そのとき, 使用したグリッドの50.8%が10:1であった。

腹部撮影では(表4), 管電圧70kV前後が43.0%で, そのとき10:1のグリッドが45.7%であった。さらに, 管電圧の選択では, 75kV前後も多く30.0%であった。腹部撮影の場合, インバータ装置と他の装置との間に管電圧の相違があまり見られなかった。

頭部撮影では(表5), 管電圧70kV前後が48.6%で, そのとき8:1のグリッドが36.8%であった。しかし, 5:1や6:1も20%以上使用されていた。

金沢大学医学部保健学科放射線技術科学専攻

\* 有川整形外科病院

\*\* 北聖病院

\*\*\* 長谷川病院

表1 業態種別におけるベッド数とその施設数の関係

ベッド数	施設数
100床以下	24
101～200床	23
201～300床	24
301～400床	15
401～500床	11
501～600床	10
601～700床	10
701～800床	7
801～900床	3
901～1000床	1
1001以上	11
無回答	7

表2 X線高電圧発生装置の種類とその施設数

X線装置	施設数
単相	27
三相	40
単相と三相	1
インバータ(型不明)	38
インバータ(共振型)	25
インバータ(非共振)	2
インバータと三相	5
インバータと単相	3
インバータと単・三	2
無回答	3

表3 胸部撮影における各管電圧とGridの関係

管電圧	5:1	6:1	8:1	10:1	12:1	14:1	16:1	不明
140kV	0	0	1	5	4	3	0	1
130kV	0	0	1	7	4	5	2	4
120kV	1	3	9	31	12	5	0	3
110kV	0	1	3	11	5	2	1	2
100kV	3	2	2	3	1	0	0	0
90kV	0	1	1	2	0	0	0	1
80kV	1	1	0	1	0	0	0	0
(イン)140kV	0	0	0	1	0	0	0	0
(イン)130kV	0	0	0	1	4	0	0	0
(イン)120kV	0	1	3	19	6	4	0	2
(イン)110kV	0	0	1	4	2	0	1	1
(イン)100kV	0	0	0	1	1	0	0	0
(イン) 90kV	0	0	0	1	0	0	0	0
(イン) 80kV	0	0	0	0	0	0	0	0

数値は 件数

頭部撮影の場合、インバータ装置が、他の装置より低い管電圧の選択が顕著であった。

頸椎撮影では(表6)、管電圧70kV前後が45.4%で、そのとき8:1のグリッドが28.3%であった。また、5:1や6:1もほぼ同じ割合で使用されていた。頸椎撮影の場合、インバータ装置は頭部撮影と同様、低い管電圧の選択が顕著であった。

腰椎撮影では(表7)、管電圧70kV前後が36.1%で、そのとき10:1のグリッドが45.1%であった。また、8:1もほぼ同じ割合で使用されていた。さ

らに、管電圧の選択では、75kV前後も多く31.9%であった。腰椎撮影の場合、インバータ装置は他の装置よりやや低い管電圧が選択されていた。

股関節撮影では(表8)、管電圧70kV前後の選択が53.2%で、そのとき8:1のグリッドを選択したのが、41.3%であった。10:1は30.7%であった。股関節撮影の場合、インバータ装置は他の装置より低い管電圧を選択している。

### 3) 各管電圧とmAsの関係

次に、各管電圧において、設定しているmAsに

表4 腹部撮影における各管電圧とGridの関係

管電圧	5:1	6:1	8:1	10:1	12:1	14:1	16:1	不明
100kV	0	0	0	1	0	0	0	0
95kV	1	0	0	0	0	0	0	0
90kV	0	0	0	3	0	0	0	0
85kV	0	0	1	1	0	0	0	0
80kV	0	2	9	4	1	0	0	1
75kV	1	3	10	12	4	0	0	3
70kV	3	5	13	21	3	0	1	0
65kV	3	1	6	5	0	0	0	0
(イン)100kV	0	0	0	0	0	0	0	0
(イン)95kV	0	0	0	0	0	0	0	0
(イン)90kV	0	0	0	1	0	0	0	0
(イン)85kV	0	0	0	1	0	0	0	0
(イン)80kV	0	0	2	0	0	0	0	1
(イン)75kV	0	2	4	7	1	1	0	3
(イン)70kV	0	1	6	13	3	0	0	1
(イン)65kV	1	0	1	2	0	0	0	0

件数

表5 頭部撮影における各管電圧とGridの関係

管電圧	5:1	6:1	8:1	10:1	12:1	不明
90kV	1	0	1	0	0	0
85kV	0	0	1	0	0	0
80kV	2	3	4	5	0	0
75kV	8	12	8	7	0	2
70kV	15	16	25	12	0	3
65kV	4	2	5	0	1	0
60kV	2	0	2	0	0	1
(イン)90kV	0	0	0	0	0	0
(イン)85kV	0	0	0	0	0	0
(イン)80kV	0	0	1	0	0	0
(イン)75kV	2	4	5	2	0	1
(イン)70kV	7	8	13	6	0	1
(イン)65kV	2	2	3	0	1	0
(イン)60kV	2	0	1	0	0	0

数値は 件数

表6 頸椎撮影における各管電圧とGridの関係

管電圧	5:1	6:1	8:1	10:1	12:1	不明
90kV	0	0	1	1	0	0
85kV	0	1	0	0	0	0
80kV	6	5	4	2	2	0
75kV	1	5	5	5	1	1
70kV	17	14	17	10	1	5
65kV	2	6	3	5	0	0
60kV	5	4	5	3	0	4
55kV	1	1	0	0	1	0
(イン)90kV	0	0	0	0	0	0
(イン)85kV	0	0	0	0	0	0
(イン)80kV	0	2	0	0	2	0
(イン)75kV	0	2	2	1	0	1
(イン)70kV	9	6	9	4	1	1
(イン)65kV	0	3	2	2	1	1
(イン)60kV	2	2	3	2	0	2
(イン)55kV	1	1	0	0	1	0

件数

表7 腰椎撮影における各管電圧とGridの関係

管電圧	5:1	6:1	8:1	10:1	12:1	不明
85kV	0	0	1	2	0	0
80kV	1	2	9	0	1	3
75kV	2	8	15	15	7	2
70kV	2	2	22	23	2	2
65kV	2	1	5	6	1	2
60kV	0	1	0	2	0	2
(イン)85kV	0	0	0	1	0	0
(イン)80kV	0	0	2	0	0	1
(イン)75kV	1	3	4	9	3	2
(イン)70kV	0	1	9	12	1	0
(イン)65kV	1	0	3	2	1	1
(イン)60kV	0	1	0	1	0	0

数値は 件数

表8 股関節撮影における各管電圧とGridの関係

管電圧	5:1	6:1	8:1	10:1	12:1	不明
80kV	1	1	7	0	0	0
75kV	3	5	7	8	2	1
70kV	6	4	31	23	3	8
65kV	2	4	6	6	1	0
60kV	2	2	2	3	0	0
55kV	0	0	0	1	0	1
(イン)80kV	0	0	0	0	0	0
(イン)75kV	1	1	0	1	0	0
(イン)70kV	2	1	11	6	1	3
(イン)65kV	0	0	2	3	0	0
(イン)60kV	0	0	1	3	0	0
(イン)55kV	0	0	0	1	0	0

数値は 件数

表9 胸部撮影における各管電圧とmAsの関係

管電圧	0<mAs≤5	5<mAs≤10	10<mAs≤15	15<mAs≤20	不明
140kV	9	2	0	0	3
130kV	4	2	0	0	7
120kV	35	5	0	2	23
110kV	16	6	1	0	1
100kV	5	6	1	0	1
90kV	1	1	1	0	2
80kV	1	1	1	0	0
(イン)140kV	5	0	0	0	1
(イン)130kV	2	1	0	0	1
(イン)120kV	18	3	0	2	12
(イン)110kV	5	3	0	0	0
(イン)100kV	1	1	0	0	0
(イン)90kV	0	1	1	0	1
(イン)80kV	0	0	0	0	0

数値は件数

表10 腹部撮影における各管電圧とmAsの関係

管電圧	0<mAs≤20	20<mAs≤40	40<mAs≤60	60<mAs≤80	80<mAs	不明
100kV	1	0	0	0	0	0
95kV	1	0	0	0	0	0
90kV	1	1	0	0	0	1
85kV	1	0	1	0	0	1
80kV	5	6	1	1	1	4
75kV	4	13	4	1	1	10
70kV	9	22	6	3	3	5
65kV	0	7	2	4	1	2
(イン)100kV	1	0	0	0	0	0
(イン)95kV	0	0	0	0	0	0
(イン)90kV	0	1	0	0	0	0
(イン)85kV	0	0	0	0	0	1
(イン)80kV	1	1	0	0	0	3
(イン)75kV	2	4	3	1	0	6
(イン)70kV	5	13	3	2	2	2
(イン)65kV	0	1	0	1	0	2

数値は件数

表11 頭部撮影における各管電圧とmAsの関係

管電圧	0 < mAs ≤ 20	20 < mAs ≤ 40	40 < mAs ≤ 60	60 < mAs ≤ 80	80 < mAs	不明
90kV	2	0	0	0	0	0
85kV	1	0	0	0	0	0
80kV	8	5	1	0	0	0
75kV	16	19	2	1	0	0
70kV	21	41	4	1	1	1
65kV	3	3	3	2	1	0
60kV	0	0	2	3	0	0
(イン) 90kV	0	0	0	0	0	0
(イン) 85kV	0	0	0	0	0	0
(イン) 80kV	1	0	0	0	0	0
(イン) 75kV	8	7	0	0	0	0
(イン) 70kV	14	18	0	0	1	1
(イン) 65kV	3	0	2	2	1	0
(イン) 60kV	0	0	1	2	0	0

数値は件数

表12 各撮影部位における管電圧とmAsの平均値

部位(装置)	正面		側面		斜位	
胸部(単三)	116.1kV	6.2mAs	119.8kV	11.8mAs	—	—
(イン)	120.2kV	5.5mAs	124.7kV	12.8mAs	—	—
腹部(単三)	73.7kV	39.7mAs	77.5kV	44.8mAs	—	—
(イン)	73.6kV	39.6mAs	76.9kV	43.1mAs	—	—
頭部(単三)	73.3kV	31.0mAs	71.0kV	25.2mAs	—	—
(イン)	70.5kV	31.6mAs	69.3kV	31.9mAs	—	—
頸部(単三)	71.3kV	21.6mAs	73.0kV	19.1mAs	—	—
(イン)	68.0kV	21.4mAs	65.3kV	21.3mAs	—	—
肩関節(単三)	63.2kV	15.0mAs	63.7kV	17.4mAs	—	—
(イン)	63.4kV	16.0mAs	63.8kV	15.2mAs	—	—
腰椎(単三)	72.9kV	54.2mAs	82.6kV	89.9mAs	77.8 k V	72.8mAs
(イン)	71.2kV	49.0mAs	80.9kV	87.2mAs	72.7 k V	54.5mAs
股関節(単三)	71.3kV	37.6mAs	74.9kV	45.8mAs	—	—
(イン)	68.4kV	42.0mAs	70.2kV	35.2mAs	—	—
膝関節(単三)	54.8kV	10.7mAs	56.5kV	9.6mAs	—	—
(イン)	55.1kV	9.1mAs	55.6kV	10.6mAs	—	—
足関節(単三)	52.1kV	8.2mAs	51.1kV	7.6mAs	—	—
(イン)	52.5kV	6.7mAs	51.3kV	6.1mAs	—	—
手指(単三)	46.9kV	4.1mAs	—	—	—	—
(イン)	46.0kV	3.6mAs	—	—	—	—
足指(単三)	48.2kV	5.0mAs	—	—	—	—
(イン)	47.5kV	4.4mAs	—	—	—	—

ついて示す。

胸部撮影では(表9), 管電圧120kVで5 mAs以下を設定するのが83.3%であった。インバータ装置の場合は, 管電圧120kVで5 mAs以下が78.3%であった。

腹部撮影では(表10), 管電圧70kVで20~40mAsを設定するのが51.1%であった。インバータ装置

の場合では, 52.0%であった。

頭部撮影では(表11), 管電圧70kVで20~40mAsを設定するのが60.3%であった。インバータ装置の場合では, 54.5%であった。

4) 各撮影部位で選択される管電圧とmAsの平均値

各撮影部位で選択されている管電圧とmAsの平

表13 胸部・頭部・頸椎・腰椎撮影における入射基準点

胸部撮影		頭部撮影		頸椎撮影		腰椎撮影	
入射基準点	件数	入射基準点	件数	入射基準点	件数	入射基準点	件数
Th4~5	1	眉間	76	C 3	1	L 2~3	1
Th4~6	2	眉間の直下	1	C 3~4	5	L 3	42
Th5	2	鼻根部	3	C 4	18	L 3~4	7
Th5~6	7	矢状面・眼窩耳孔面	4	C 4~5	1	L 4	9
Th6	13	両眼窩上縁の midpoint	1	C 5	2	L 4~5	4
Th5~8	1	外耳孔結線 midpoint	1	C 7	1	腸骨隆(J線): 3横指	17
Th6~7	51	後頭隆起直下	24	C 7~Th 1	1	腸骨隆(J線): 2~3横指	2
Th5~7	1	後頭結節	6	C 4: 8~10°	2	腸骨隆(J線): 2横指	17
Th6~8	1	OM線	2	C 4: 15°	1	腸骨隆(J線): 1~2横指	1
Th7	13	トルコ鞍	2	C 5: 12°	1	腸骨隆(J線): 1横指	3
Th7~8	1	教科書	4	喉頭隆起(甲状軟骨)上縁	2	腸骨隆(J線): 5cm	2
Th9~10	1	フィルム内	1	喉頭隆起(甲状軟骨)	68	腸骨隆(J線)上縁	4
腋下ライン	2	無回答	21	喉頭隆起(甲状軟骨)下縁	3	臍	4
腋下2~3	1			喉頭隆起(甲状軟骨): 5°	1	臍: 2~3cm	5
腋下と肩甲骨	1			喉頭隆起(甲状軟骨): 10°	5	教科書	12
肩甲骨下縁	9			喉頭隆起(甲状軟骨): 15°	3	無回答	16
背面より両肩	1			胸鎖関節	2		
肺野の中心	1			胸骨上窩	1		
教科書	3			頸窩	1		
無回答	16			外耳孔・胸鎖関節 midpoint	1		
				頭部中央	1		
				カセット中央	1		
				教科書	4		
				無回答	21		

均値を表12に示す。各撮影部位とも、インバータ装置の方が、数kV低い管電圧であった。ただし、胸部撮影では、インバータ装置の方が高い管電圧であった。これは、高圧撮影の利点を利用しているからだと思われる。また、mAsについてはほとんど差がなかった。しかし、同じ管電圧選択にもかかわらず、mAsの値が10倍以上違うものがあったので、被曝線量の観点からスクリーン・フィルム系の最適な選択が重要と思われる。

#### 5) 各撮影部位における入射点

次に、各撮影部位において、基準としている入射点について、頻度の高いものを表13に示す。

胸部正面撮影では、胸椎の6~7を基準とするのが45.5%であった。一般的には同じ胸椎の6~7だから、教科書通りの2.7%を合わせると48.2%になる。胸椎を指標とする場合が全体の86.6%であった。

頭部正面撮影では、眉間を基準とするのが60.8%であった。一般にはAP方向の場合同じ眉間だから、教科書通りの3.2%を合わせると64.0%になる。頭部撮影をAP方向とPA方向で行うかで眼の水晶体や甲状腺の被曝線量が異なってくるので、外後頭隆起直下を基準とした19.2%が、参考となる。一般的にはPA方向では外後頭隆起直下が基準である。

頸椎撮影では、喉頭隆起を基準とするのが54.0%と顕著であった。一般的には第4頸椎で尾側より15度の角度をつけるが、アンケート調査では角度をつけるのが10.4%、頸椎を基準とするのが26.3%となり、教科書通りの入射点で撮影している回答は0.8%であった。

腰椎撮影では、第3腰椎を基準とするのが32.3%であった。一般的には、第3腰椎あるいはヤコビ線の5cm上方である。この調査ではヤコビ線上方2~3横指が27.7%であった。腰椎あるいはヤコビ線を基準とするのは、ほぼ同じ割合であった。

#### 考 察

撮影条件については日本医学放射線学会(以下、日医放学会と略す)でまとめたものがあり<sup>2)</sup>、また被曝線量の観点から受光系を中心に撮影条件を調査したものがある<sup>3)</sup>。しかし、インバータ装置に移行している現在、インバータ装置の見方からの調査結果はない。

胸部について、日医放学会では管電圧を50kV、140kV、85kVを代表的なものとしている。診断向上のために高圧撮影で行うので140kVは通常の施設ではまれであり、50kV(ただしグリッドなし)や8

5kVが通常の使用管電圧と考えられる。その後、管球の容量が向上したために、撮影管電圧は高くなったと考えられるが、今回の調査で単相で平均116.1kVというのは装置の性能の向上を意味している。インバータ装置ではX線出力が単相より高いにもかかわらず、管電圧を平均120.2kVとしているのは高压撮影による疾患診断の利点を無理なく行える状況にあるからであろう。

その他の撮影部位において、管電圧がインバータで低いのは診断のためのコントラストを良くするため、X線の線質がインバータで高くなっている証拠といえる。

mAsについては、スクリーン・フィルム系との組合せが各施設異なっているため明確な評価はできないが、単相あるいは三相装置からインバータ装置にかわった場合、X線の線質が硬くなり線量も増加しているはずである。したがって、mAsも少な目で充分であるにもかかわらず、単相のときと同じであるのは被曝線軽減のために好ましくない結果といえる。ただし、受光系の調査を行わなかったので明確なことはいえない。しかし、何らかの対策を講ずるべきであろう。管電圧が同じであるにもかかわらず、mAsが10倍高い施設では特に改善されてもよいと考える。

入射点については、ほぼ一般的な基準点を目印にしている大きな差異はないが、一部解剖学的な入射点ではなく診療撮影の円滑さを基準にしている部位があった。これには医師との理解が必要と考えるので、一般的な入射点とすべきではないと考える。

## 結 論

管電圧については、各部位ともインバータ装置を使った方がやや低い管電圧を設定していた。この傾向にあるのは頭部撮影、頸椎撮影、腰椎撮影、股関節撮影であった。

グリッドについては、各管電圧で8：1および10：1を選択する傾向であった。ただし、頭部撮影と頸椎撮影で5：1，6：1，8：1はいずれもほぼ同じ使用割合であった。これは散乱線除去率からの検討が必要と思われる。

mAsについては顕著な差がみられなかったが、同じ管電圧選択にもかかわらず、mAsの値が10倍以上違うものがあつたので、被曝線量の観点からスクリーン・フィルム系の選択が重要と思われる。

入射点については、ほぼ一般的だが、頸椎撮影ではかなり現場と教科書とは異なっていた。

## 謝 辞

この調査にあたってアンケートに回答してくださった各施設の諸兄技師に深謝申し上げます。

## Reference

- 1) McCullough, E.C. and Cameron, J.R. : Exposure rates from diagnostic X-ray units. Br. J. Radiol., 43 : 448-451, 1970.
- 2) 日本医学放射線学会, 日本アイソトープ協会編: 放射線診断における被曝の管理改訂2版, 日本アイソトープ協会, 1980.
- 3) 前川龍一, 折戸武郎, 真田茂, 越田吉郎, 平木辰之助: 患者被曝軽減対策としての撮影技術について (アンケート調査結果による), 金沢大学医療技術短期大学部紀要, 第3巻, 101-103, 1980.

## Study of Exposure Setting and Entrance Point (Questionary Examination)

Kichiro Koshida, Hiroko Ishikura, Yukiko Kawamuko, Tomoe Motoya