

論文

直接血圧測定値と間接血圧測定値の間に誤差を生じさせる要因についての検討



酒田 宴里

滋賀県立大学 人間看護学研究科 人間看護学専攻修士課程

背景 血圧測定方法は、間接血圧測定法と直接血圧測定法の2種類に大別される。この2方法による同一患者の血圧測定値に誤差を生じることがあるが、この誤差は治療方針に影響を与える可能性がある。しかし、この誤差を生じる原因については、測定環境や患者の臨床データなど、患者特性を含めた検討がなされていない。

目的 間接血圧測定値と直接血圧測定値の比較検討を行い、両者の間に誤差を生じる原因を検討する。

方法 橈骨動脈内に動脈圧ラインが挿入されている成人患者で、病状が安定しており、担当医師に参加可能であると判断された患者100名を対象とした。期間は2009年9月から2010年6月の間に行った。血圧値の記録については、10時、14時、18時に動脈圧ラインによる直接血圧測定を行うと同時に、聴診法による血圧測定を実施した。患者情報はカルテから収集した。また先行研究を参考に、動脈圧ラインの波形の歪みや間接血圧測定値に影響を与えようと考えられる要因を除去し、血圧測定を実施した。さらに、先行研究を参考に本研究では測定誤差範囲の基準を15%に設定し、患者を誤差範囲別に分類して比較検討を行った。分析はSPSS(ver,16)for Windowsを使用し、差の検定のためにKruskal Wallis検定を行った。なお、有意水準は5%とした。また、本研究はA病院ならびにB病院の倫理審査委員会の承認を得た。

結果 対象患者100名(男性53名、女性47名)の平均年齢は72.7±12.3歳(男性71.8±11.2歳、女性73.7±13.6歳)、間接法による平均収縮期血圧は136.8±24.5mmHg(男性137.5±24.0mmHg、女性136.1±25.3mmHg)であった。血圧測定毎に直接・間接血圧測定値に15%以上の測定誤差を認めたもの(A群)は全体の24%を占め、3回測定中誤差の頻度が1~2回であったもの(B群)も全体の24%に認めた。また、3回測定したうち10%以上15%未満の差を認めるが15%以上の差を認めないもの(C群)は全体の20%に認められ、さらに誤差が正常範囲内のもの(D群)は全体の32%であった。各群の平均収縮期血圧は、A群149.2±27.6mmHgが最も高く、有意差を認めた。また、BUN値やCr値についてもA群がそれぞれ19.3±14.3mg/dl、1.6±1.6mg/dlと最も高値を示し、有意差を認めた。しかし、RBC、Hb、Ht、PLT、Na、K、WBC、CRPなどの各値と、抗凝固剤の使用の有無の全ての項目では有意差を認めなかった。

結論 直接・間接血圧測定値に15%以上の測定誤差を生じる症例では、高血圧や腎機能障害が認められ、高齢であった。

キーワード 直接血圧 間接血圧 血圧測定誤差

I. 緒言

血圧測定の起源は紀元前約1550年前の古文書「Edwin Smith Papyrus」¹⁾に始まる。さらに、約2000年以上前に記された中国の医学書「黄帝内経素問」²⁾には、血圧

や脈拍と健康との関連についての記載がある。これらの事象により、古来、血圧は重要な健康指標であったことが窺える。

現在における血圧測定方法は、大きく間接血圧測定法と直接血圧測定法の2種類に大別される。この2方法による同一患者の血圧測定値に誤差を生じることがあるが、この誤差が大きくなれば診断や治療方針に影響を与えかねない。確かに、カフ圧迫法(上腕動脈)と血管留置カテーテル(橈骨動脈)では測定部位が異なり、身体表面からの測定と血管内での直接の測定では、その値に差が生

2010年9月30日受付、2011年1月9日受理

連絡先：酒田 宴里

滋賀県立大学人間看護学部

住 所：彦根市八坂町2500

じる可能性がある。事実、先行研究³⁾によると、直接法の方が間接法よりも最高血圧が高く、最低血圧が低くなる傾向があり、この差の割合は最高血圧・最低血圧ともに10%前後であると報告されている。また、間接血圧測定値については、簡易の装置を用いた聴診法で血圧測定を行うため、カフ幅と上腕周囲径の比率、カフを巻く強さ、カフ圧の減圧速度、カフと心臓の位置関係、聴診器を設置する位置などの要因により、数mmHg程度の誤差が生じると報告されている³⁾。

しかし、血圧の変動は必要不可欠な身体情報で、治療方針に大きく影響する。血管留置カテーテルを挿入している患者の多くは、持続的に血圧のモニタリングが必要とされる急性期の患者であり、この2つの血圧測定値に誤差が生じるとは治療方針を混乱させる原因となる。そのため、これらの誤差を生じさせる要因を検討する必要があると考えた。

先行研究において、間接血圧測定値と直接血圧測定値の誤差に関する文献は国内で1報のみであった。この報告³⁾では、間接血圧測定値と直接血圧測定値を比較し、直接法の方が収縮期血圧は高く、拡張期血圧は低く、この誤差は収縮期、拡張期ともに10%前後であることが示されている。また、その誤差を生じる要因として、脈拍、収縮期血圧値、拡張期血圧値の相関について検討されているが、収縮期血圧と拡張期血圧の間には相関がなく、間接血圧測定に用いるカフ幅や、直接血圧測定に用いるカテーテルの条件によって、両者の測定値の誤差が大きくなることが示されている。

しかし、この報告では間接血圧測定値と直接血圧測定値の誤差を生じる要因として、患者年齢、脈拍、カフ幅、血圧値との相関関係、カテーテルの条件しか検討しておらず、疾患や血液データなどを含む患者情報や、測定時の時間帯、患者の体位など、測定環境についての検討がなされていない。

本研究では、そのような患者情報や測定環境も含めて、間接血圧測定値と直接血圧測定値の誤差を生じる原因を検討した。

II. 対象ならびに方法

1. 用語の定義

- 1) 直接血圧測定値：橈骨動脈内の留置針から血圧トランスデューサーで測定された血圧測定値。
- 2) 間接血圧測定値：上腕動脈のカフ圧迫による聴診法で測定された血圧測定値。

2. 研究対象者

A病院またはB病院に入院し、橈骨動脈内に動脈圧ラインが挿入されている成人患者で、病状が安定しており、

担当医師に参加可能であると判断された患者100名を対象とした。

3. 測定方法

1) 使用物品

直接法では、両病院ともに留置カテーテルとしてBD動脈留置針の20G針を採用していた。モニタリングシステムとしてA病院ではダイナボット社製カスタムキットを、B病院ではEdwards Lifesciences社製モニタキットを接続していた。また、間接法による血圧測定には、耐衝撃性ギャフリー・アネロイド血圧計デュラショックを使用した。

なお、両病院ともに留置針やモニタリングシステムの採用にあたり、観血的血圧波形の歪みを考慮してカテーテルの材質などを他社の製品と比較して選択したわけではなく、モニタリングシステムについても同様であった。

2) 実施方法

(1) 血圧測定方法

① 動脈圧ラインによる血圧測定

橈骨動脈に20Gの留置針が経皮的に穿刺されており、生食500mlにヘパリン5000単位を混注した輸液を加圧バックに装着されている患者に対して、圧トランスデューサーに接続したトランスミッターを介して経時的に血圧測定を行った。

心臓とトランスデューサーとの位置関係は、通常は背面より胸部の厚さの1/3の前額面と第4肋間と胸骨との横断面との交点、つまり血液を全身に駆出する左心室の位置を基準にとり、これより位置がずれると、血圧測定値に誤差が生じるとされている⁶⁾。そこで、誤差を生じさせないように、第4肋間と腋窩中線の交点を動脈圧ラインのゼロ点に設定した。

動脈圧ラインの波形は、カテーテルの屈曲や閉塞、カテーテル先端の血管壁への接触や気泡の混入など、多くの要因により鈍化する。従って、渡辺ら⁵⁾の報告を参考に、血圧波形が鈍化しないよう調整し、動脈圧ラインによる直接血圧測定値を記録した。具体的な方法としては、留置針挿入部の手首をシーネなどを用いて固定する、血圧波形を見ながら留置針の挿入角度や長さを変えて再固定する、また、回路内の気泡を確認したりヘパリン加生食のフラッシュを行うなどとした。

さらに、栃久保ら⁶⁾によると、血圧測定値の誤差をなくすためには、カテーテルの容積弾性率を高く（硬く）、カテーテルの直径を大きく、カテーテルの長さを短くする必要があるとされているが、本研究ではカテーテルの種類を変更することが不可能であったため、各病院で採用されている動脈

圧ラインによって血圧測定を行った。

② 血圧計を用いた血圧測定方法

心臓の位置は第4肋間と胸骨左縁の交点とされており、上腕の位置が心臓の位置よりも高い場合は血圧は低く、逆に心臓よりも低い位置に上腕があると血圧は高くなる⁴⁾。したがって、この誤差を最小限にするため、心臓と上腕の位置が同じになる体位で測定した。また、側臥位での測定の場合は、心臓と上腕の位置による血圧の変動を考慮した。

(2) 血圧測定時間ならびに血圧測定回数の設定

Millar-Craigら¹⁾によると、血圧の1時間平均値は午前10時頃に1日の最高値を記録し、それ以降、徐々に低下を示すリズムがある。そこで、血圧測定開始時間を10時に設定し、以後4時間毎に10時、14時、18時に血圧値を記録した。また動脈圧ラインによる直接血圧測定を行うと同時に、聴診法による血圧測定を実施した。さらに、測定誤差を検討するための測定回数として、今回、直接・間接血圧値とともに3回ずつ測定し、差の検定を行った。

(3) 患者の情報収集

患者の既往歴や生活歴などの情報はカルテから情報収集した。血液データについては、血圧測定時に最も近い日に採血されたデータを参考にした。また、血圧測定の体位については、患者が仰臥位の場合は動脈圧ライン挿入側の上腕での測定を行い、側臥位の場合は上腕の圧迫による血圧変動が生じないように、上側の上腕で測定した。なお、側臥位での測定の際には、心臓との位置関係の確認のために体位も記録した。

4. 分析方法

解析には、統計解析ソフトSPSS (ver.16) for Windowsを使用し、差の検定のためにKruskal Wallis検定を行った。なお、有意水準は5%とした。検定方法については、2標本ずつMann-Whitney検定で多群を検定すると誤って有意差を生じる確率が高くなるため、本研究では多群を同時に比較するKruskal Wallis検定を実施した。

III. 倫理的配慮

患者には、研究への参加、あるいは不参加で、不利益を受けないことを保障した。また、取得した個人情報は主任研究者の責任の下に管理し、厳格なアクセス権限の管理と制御を行う、研究者相互間でのデータのやり取り・保管にあたっては個人を特定できないようにして取り扱う、など個人情報管理の徹底を図った。

なお、本研究は、A病院とB病院、それぞれの倫理委員会の承認を得た。

IV. 結果

対象患者100名(男性53名、女性47名)の平均年齢は72.7±12.3歳(男性71.8±11.2歳、女性73.7±13.6歳)、平均収縮期血圧は136.8±24.5mmHg(男性137.5±24.0mmHg、女性136.1±25.3mmHg)であった。

3回測定毎に15%以上の血圧差を認めた患者は24名(24%)であり、これをA群とした。また、3回測定のうち1~2回の測定で15%以上の差を認めた患者は24名(24%)であり、これをB群とした。さらに、3回測定のいずれかで10%以上15%未満の差を認めたが15%以上の差を認めなかった患者は20名(20%)であり、これをC群とした。最後に、1回も10%以上の差を認めなかった患者は32名(32%)であり、これをD群(正常群)とした。

なお、A群からD群までの検討を行う際、A群は明らかに血圧測定値に誤差を認めるものであり、またB群は1~2回15%以上の差を認めたため何らかの問題があると考えられるが、C群は誤差があるものの、本研究で設定した15%以上の誤差範囲に至らないため除外し、A群とB群そしてD群との間にて検討を行うこととした。また、これら群分けに用いた血圧値は、直接血圧値と間接血圧値に誤差が生じた際より臨床的意義が高いと考えられる収縮期血圧値を用いた。

各群別の平均年齢は、A群70.9±2.13歳、B群71.3±3.4歳、C群74.65±3.0歳、D群73.8±1.7歳であった。これらについてA・B・D群間でKruskal Wallis検定を行った結果、有意差を認めなかった。

各群別の平均収縮期血圧は、A群149.2±27.6mmHgが最も高く、次いでC群134.7±15.6mmHg、B群134.1±28.7mmHg、D群131.0±20.8mmHgの順であった。また、高血圧の分類では、正常血圧群患者の割合は、A群7名(29.2%)、B群13名(54.2%)、C群7名(35%)、D群17名(53.1%)、高血圧群の割合はA群17名(70.8%)、B群11名(45.8%)、C群13名(65%)、D群15名(46.9%)であった。平均拡張期血圧もA群71.1±12.7mmHgが最も高く、次いでB群67.4±12.0mmHg、D群64.3±8.1mmHgであり、表1に示した。これらについてA・B・D群間でのKruskal Wallis検定を行った結果、有意差を認め(p=0.003)、A群が他群より有意に血圧が高いことが示された。さらに、A・B・D群間の拡張期血圧においても検定を行ったが、これには有意差を認めなかった。また、間接血圧測定による平均血圧値は表2に示した。

各群の血圧測定時間別(10時、14時、18時)の直接法による平均収縮期血圧は10時でA群149.5±27.3mmHg、B群133.2±28.4mmHg、D群131.0±21.4mmHg、14時で

表1 血圧分類による直接法での群別平均血圧値(mmHg)

	全体			正常血圧群		高血圧群	
A 群	24 名	収縮期	149.2±27.6	7 名	111.4±9.0	17 名	164.7±13.7
		拡張期	71.1±12.7	(29.2%)	59.9±7.0	(70.8%)	75.7±11.7
B 群	24 名	収縮期	134.1±28.7	13 名	111.5±11.3	11 名	160.9±16.8
		拡張期	67.4±12.0	(54.2%)	60.9±10.3	(45.8%)	75.1±9.3
D 群	32 名	収縮期	131.0±20.8	17 名	114.4±10.5	15 名	149.7±11.2
		拡張期	64.3±8.1	(53.1%)	61.7±7.0	(46.9%)	67.2±8.6
全体	100 名	収縮期	136.8±24.5	44 名	113.8±10.7	56 名	154.9±15.5
		拡張期	66.8±10.8	(44%)	60.4±8.1	(56%)	71.8±10.1

表2 直接法・間接法による群別平均血圧値(mmHg)

		直接法		間接法	
A 群	24 名	収縮期	149.2±27.6	収縮期	115.0±20.0
		拡張期	71.1±12.7	拡張期	66.2±11.9
B 群	24 名	収縮期	134.1±28.7	収縮期	114.8±23.1
		拡張期	67.4±12.0	拡張期	64.5±10.0
D 群	32 名	収縮期	131.0±20.8	収縮期	124.9±20.6
		拡張期	64.3±8.1	拡張期	65.2±8.4
全体	100 名	収縮期	136.8±24.5	収縮期	119.8±20.2
		拡張期	66.8±10.8	拡張期	65.6±9.7

は148.6±26.2mmHg、B群133.3±28.3mmHg、D群130.6±21.1mmHg、18時でA群149.0±27.2mmHg、B群132.8±28.9mmHg、D群131.8±22.4mmHgであった。また、間接法による平均収縮期血圧は、10時ではA群113.5±3.9mmHg、B群112.1±4.4mmHg、D群123.8±3.7mmHg、14時ではA群114.4±4.0mmHg、B群115.1±4.3mmHg、D群124.1±3.5mmHg、18時ではA群117.0mmHg±4.3mmHg、B群117.2±5.4mmHg、D群で126.6±3.8mmHgであった。これらについて、A・B・D群間ならびに各群内で10時・14時・18時の時間別平均収縮期血圧の検討を行ったが、いずれの場合も有意差は認めなかった。

次に、降圧薬の内服または持続注射を受けていた患者のA・B・D群間における平均収縮期血圧を表3に示した。このA・B・D群間におけるKruskal Wallis検定の結果、有意差を認めなかった。

また、喫煙歴・飲酒歴の有無と血圧との関係について表4に示した。A・B・D群間におけるKruskal Wallis検定の結果、飲酒歴の有無では有意差を認めなかったが、喫煙歴の有無では、喫煙歴がある場合、B群の平均収縮期血圧が158.0±17.2mmHgと有意に高い結果になったが(p=0.018)、喫煙歴がない場合のA群も149.2±26.5mmHgと高い値を示した。しかし、この結果はA群の喫煙者数がわずか3名と少ないため、その意義は不明であ

表3 降圧薬の使用状況と収縮期血圧の関係

	全体			使用			未使用		
	人数	平均 収縮期血圧	歪度	人数	平均 収縮期血圧	歪度	人数	平均 収縮期血圧	歪度
A群	24名	149.2±27.6	-.465	15名 (62.5%)	157.5±26.6	-.891	9名 (37.5%)	135.2±24.6	-.356
B群	24名	134.1±28.7	.388	11名 (45.8%)	142.3±31.3	-.024	13名 (45.2%)	127.2±25.4	.705
D群	32名	131.0±20.8	.081	17名 (53.1%)	137.4±23.1	-.537	15名 (46.9%)	123.7±15.5	.551

る。
患者の基礎情報のうち、A・B・D群間のBMIの平均値と肥満分類について表5に示した。A・B・D群間におけるBMIならびに肥満度に差があるか否かをKruskal Wallis検定を実施して検討したが、有意差を認めなかつた。

た。
各群における基礎疾患は、消化器疾患患者46名(46%)、そのうちA群9名(37.5%)、B群7名(29.2%)、C群11名(55%)、D群19名(59.4%)であった。また、脳疾患患者16名(16%)、そのうちA群6名(25%)、B群6名(25%)、

表4 喫煙歴・飲酒歴と収縮期血圧の関係

	喫煙歴あり		喫煙歴なし		飲酒歴あり		飲酒歴なし	
	人数	平均 収縮期血圧	人数	平均 収縮期血圧	人数	平均 収縮期血圧	人数	平均 収縮期血圧
A群	3名	148.7±42.2	21名	149.2±26.5	4名	147.0±32.6	20名	149.6±27.5
	12.5%	歪度 -1.728						
B群	6名	158.0±17.2	18名	126.2±27.5	6名	144.5±35.7	18名	130.7±26.2
	25%	歪度 1.165						
D群	15名	132.7±18.3	17名	129.5±23.3	9名	131.1±16.7	23名	130.9±22.6
	46.9%	歪度 .323						

表5 群別BMI値の平均と分類

	平均 BMI 値	歪度
A群	22.9±4.2	1.016
B群	21.6±2.8	-.151
C群	20.0±5.7	.708
D群	22.1±2.7	1.142

C群2名(10%)、D群2名(6.3%)であった。さらに、循環器疾患患者16名(16%)、そのうちA群3名(12.5%)、B群5名(20.8%)、C群3名(15%)、D群5名(15.6%)、呼吸器疾患患者は12名(12%)であり、そのうちA群2名(8.3%)、B群3名(12.5%)、C群2名(10%)、D群5名(15.6%)、その他の疾患は10名(10%)であった。これら基礎疾患における各群間のKruskal Wallis検定では有意差を認めず、基礎疾患と血圧誤差には関係が認められなかった。

循環動態に最も影響すると考えられる既往歴の有無に

表6 RBC値、Hb値

	RBC ($\times 10^4/\mu\text{l}$)				Hb (g/dl)			
	全体	歪度	男性	女性	全体	歪度	男性	女性
A群	375.8 \pm 100.9	.907	375.1 \pm 119.4	376.4 \pm 87.3	13.0 \pm 5.3	2.656	13.1 \pm 2.9	12.9 \pm 6.8
B群	375.0 \pm 105.2	.736	386.5 \pm 128.2	361.4 \pm 73.3	11.3 \pm 3.5	.807	11.6 \pm 4.5	10.9 \pm 2.1
D群	378.4 \pm 84.0	.762	365.8 \pm 75.7	406.1 \pm 98.5	11.5 \pm 2.6	.250	11.3 \pm 2.9	12.0 \pm 2.6
全体	366.5 \pm 93.6	.286	366.6 \pm 101.5	366.4 \pm 84.9	11.5 \pm 3.7	2.434	11.6 \pm 3.3	11.4 \pm 4.1

表7 Ht値の分類 (全体)

	平均値	歪度	低値	正常	高値
A群	37.5 \pm 11.0	0.192	11名(45.8%)	10名(41.7%)	5名(20.8%)
B群	38.0 \pm 13.5	0.586	15名(62.5%)	3名(12.5%)	6名(25%)
D群	36.1 \pm 8.9	.757	21名(65.6%)	7名(21.9%)	4名(12.5%)
全体	35.9 \pm 17.0	.795	64名(64%)	20名(20%)	16名(16%)

表8 PLT値($\times 10^4/\mu\text{l}$)と抗凝固剤使用の関連

	抗凝固剤使用		抗凝固剤不使用	
	A群	16.5 \pm 2	3名(12.5%)	21.3 \pm 9.7
B群	18.1 \pm 8.3	5名(28.3%)	18.9 \pm 9	19名(79.2%)
D群	18.7 \pm 10.4	3名(9.4%)	19.5 \pm 7.5	29名(90.6%)
全体	17.7 \pm 7.7	15名(15%)	20 \pm 9.1	85名(85%)

表9 PLT($\times 10^4/\mu\text{l}$)値の分類

	全体	歪度	低値	正常	高値
A群	20.7 \pm 9.4	1.636	5名(20.8%)	18名(75%)	1名(4.2%)
B群	18.7 \pm 9.0	.528	8名(33.3%)	15名(62.5%)	1名(4.2%)
D群	19.4 \pm 7.9	0.051	12名(37.5%)	20名(62.5%)	0名

表10 Na(mEq/l)値の分類

	全体	歪度	低値	正常	高値
A群	141.9 \pm 5.5	.903	1名(4.2%)	20名(83.3%)	3名(12.5%)
B群	139.2 \pm 5.6	-.449	4名(16.7%)	18名(75%)	2名(8.3%)
D群	138.3 \pm 4.1	-.474	4名(12.5%)	27名(84.4%)	1名(3.1%)

表11 K(mEq/l)値の分類

	全体	歪度	低値	正常	高値
A群	3.9±0.5	-.205	2名(8.3%)	22名(91.7%)	0名
B群	4.1±0.8	.397	4名(16.7%)	18名(75%)	2名(8.3%)
D群	4.0±0.5	.099	5名(15.6%)	27名(84.4%)	0名

表12 BUN値(mg/dl)の分類

	全体	歪度	正常	低値	高値
A群	19.3±14.3	3.471	9名(37.5%)	2名(8.3%)	13名(54.2%)
B群	18.7±12.6	2.630	9名(37.5%)	4名(16.7%)	11名(45.8%)
D群	14.0±7.2	1.853	9名(25%)	12名(37.5%)	11名(37.5%)

表13 Cr値(mg/dl)の分類

	全体	歪度	正常	低値	高値
A群	1.6±1.6	2.733	16名(66.7%)	0名	8名(33.3%)
B群	1.1±0.5	1.733	14名(58.3%)	1名(4.2%)	9名(37.5%)
D群	0.9±0.4	1.784	27名(84.4%)	1名(31.2%)	4名(12.5%)

表14 TP値(g/dl)の分類

	全体	歪度	低値	正常
A群	6.4±0.8	-.388	16名(66.7%)	8名(33.3%)
B群	6.0±1.5	-.353	15名(62.5%)	9名(37.5%)
D群	5.2±1.2	.555	27名(84.4%)	5名(15.6%)

つては、高血圧の既往歴のある患者がA群15名(62.5%)、B群13名(54.2%)、C群10名(50%)、D群12名(37.5%)、糖尿病がA群4名(16.7%)、B群4名(16.7%)、C群5名(25%)、D群4名(12.5%)、心疾患(心不全、不整脈など)はA群3名(12.5%)、B群2名(8.3%)、C群5名(25%)、D群8名(25%)であった。A・B・D群間におけるKruskal Wallis検定の結果、既往歴と血圧誤差には有意差を認めなかった。

次に、血液データ、薬剤使用の有無、既往等について

の結果を表6～表16に示した。

このうち、各群間におけるBUN値についてKruskal Wallis検定の結果、A群の平均BUN値は19.3±14.3mg/dlと有意に高い値(p=0.048)を示した。

またCr値も、A・B・D群間におけるKruskal Wallis検定によって有意差を認め、A群の平均Cr値が1.6±1.6mg/dlと有意に高い値(p=0.042)を示した。

さらに、血清総タンパク(TP)値と血清アルブミン(Alb)値について、A・B・D群間におけるKruskal

表15 Alb値(g/dl)の分類

	全体	歪度	低値	正常
A 群	3.6±0.7	-.458	15 名(62.5%)	9 名(37.5%)
B 群	3.2±0.8	-.721	16 名(66.7%)	8 名(33.3%)
D 群	3.0±0.8	.160	26 名(81.3%)	6 名(18.8%)

表16 炎症反応

	WBC (×10 ³ /μl)		CRP (mg/dl)	
	全体	歪度	全体	歪度
A 群	8.7±3.8	.412	2.4±4.8	3.203
B 群	10.2±4.9	.887	3.5±5.5	3.232
D 群	9.5±3.9	.640	4.8±6.7	1.513
全体	9.3±4.6	1.434	3.7±5.6	2.124

Wallis検定を行った結果、TP値はA群6.4±0.8g/dl(p=0.001)、Cr値もA群3.6±0.7g/dl(p=0.010)とA群が有意に高値を示したが、TP値もAlb値も正常範囲内の変動であり、病的意義は認められなかった。また、A・B・D群間におけるRBC値、Hb値、Ht値、PLT値、Na値、K値、WBC値、CRP値、抗凝固剤の使用有無の全ての項目において有意差を認めなかった。

以上の結果より、直接血圧測定値と間接血圧測定値に最も誤差が生じたA群は、他群と比べて平均収縮期血圧、平均BUN値、平均Cr値が有意に高値であることが示された。

V. 考 察

2009年における日本の死因順位別死亡数⁷⁾を見ると、血圧が関連すると考えられる心疾患や脳血管疾患による死亡者数が全体の27%を占めている。中でも、心筋梗塞やくも膜下出血などは死亡率が高く、高血圧であるほどそのリスクは高まる。

今回の研究結果では、直接法と間接法の2種の血圧測定値に誤差を生じた。先行研究³⁾では、これら2方法による血圧測定値について、容認できる誤差の範囲は10%前後と報告されているため、本研究では明らかな誤差の範囲を15%以上と設定した。具体的な15%以上の差とは、間接法による収縮期血圧が130mmHgの患者の場合、直接法による値は約150mmHgを示すことになる。また更

に血圧が上昇していればその誤差範囲は大きくなり、降圧剤投与の必要性を生じさせる要因ともなる。しかしながら、本研究ではそのA群の割合が全体の24%も存在した。さらにA・B群を合わせると全体の48%にも上り、単なる誤差として見過ごせない結果となった。

前述したように、直接法は持続的な血圧のモニタリングが必要と

される急性期の患者に実施されるため、2つの血圧測定値に15%以上の測定誤差が出現することは治療方針に大きな影響を与える。先行研究³⁾⁶⁾では、その誤差を生じる要因として年齢、脈拍、収縮期血圧値と拡張期血圧値との相関について検討されているが、これらの要因についてはほとんど相関がなかった。一方、間接血圧測定に用いるカフの幅や直接血圧測定に用いるカテーテルの条件により両者の測定値の誤差が大きくなることが報告されている。しかしながら、血圧測定環境ならびに患者の血液データや嗜好の有無など、患者特性を含めた文献が見当たらなかったため、誤差の程度によって分類した各群を比較し、検討を行った。

先行研究³⁾ではそのデータの収集にあたり多数の看護スタッフが血圧測定を行っていた。しかし、スタッフ各人の測定方法、すなわちカフを巻く強さ、カフ圧の減圧速度、カフと心臓の位置関係、聴診器を設置する位置、コロトコフ音の聴取などにて、数mmHg程度の誤差が生じることが報告⁴⁾されているため、この測定者間の差を排除するために、測定者を1名に限定した。これにより、主任研究者のみが血圧測定を行い、手技の違いによる誤差が生じないように配慮した。

先行研究⁶⁾によれば、直接血圧測定法の誤差の要因となる動脈圧波形の歪み(鈍化)に最も大きく関与するのは、カテーテルそのものやモニタリングキットの材質・形状、回路内に残った気泡などとされている。そのため、それらの要因を取り除いた正しい圧波形⁵⁾を参考にして、回路内の気泡の除去、カテーテル挿入部の手首の角度調整、カテーテルの屈曲や挿入されているカテーテルの長さの調整、ヘパリン加生食のフラッシュなどを行い、動脈圧ラインの歪みの要因を最大限に除去した。一方、望ましいカテーテルの性状として、硬く、内径が大きく、短いカテーテルの使用が推奨⁶⁾されている。本研究を行った2病院では、カテーテルの材質や器材を血圧誤差が生じないよう特に選択したわけではなく、各病院の方針に基づいて選択していたため、カテーテルの性質に関しては比較検討出来なかった。しかし、同一病院のすべての患者には同種の器材が用いられていた。

以上のごとく、先行研究を参考に直接・間接血圧測定

値に誤差を生じると考えられる要因を可能な限り排除して測定を行った。それでもなお、この2方法による血圧測定値に15%以上の誤差を認める症例が全体の約1/4を占める結果となった。これら症例における検討の結果、測定誤差が大きいA群に高血圧の症例が多く、さらに腎機能の悪化が認められ、また対象者のほとんどが70歳以上の高齢者であることが示された。

本研究では、対象者の多くが70歳代であったことから、年齢による血圧測定値の誤差については有意差を認めず、また年代別の比較を行うことも出来なかった。

本検討の予測としては、血液粘性に関連する血小板値の異常や喫煙・飲酒の嗜好、肥満などが関連すると想定していたが、これらは全てに有意差を認めなかった。また、先行研究¹⁾によると、血圧の1時間平均値は午前10時頃に1日の最高値を記録し、それ以降、徐々に低下を示すリズムがあるとされていたが、本研究ではその傾向は認められなかった。

今回得られた高血圧、腎機能の悪化、高齢者というこの3つの要素は、A群における動脈硬化の存在を推測させた。動脈硬化が進行する要因の一つとして高血圧が重要視されているが、動脈硬化は血管壁の肥厚や硬化など機能低下を示した動脈病変の総称⁴⁾である。特に、細小動脈硬化は全身のあらゆる部位の細小動脈にみられる動脈病変である。この血管壁の劣化や弾力性の低下は、測定部位が異なる2つの血圧値に影響する可能性が考えられる。また、加齢に伴う血管弾力性の低下や脆弱化もその要因になりうる。

しかしながら、対象者は動脈圧ラインが挿入されている急性期の患者であるため、動脈硬化を進行させる他の要因である糖尿病の存在は検討されていない。また、動脈硬化を確認するための超音波エコーなどの検査も実施されていなかった。従って、高血圧、腎機能の悪化、高齢者という3つの指標から動脈硬化を証明するためには、これら検査の検討(HbA_{1c}の測定や超音波検査)が必要である。

今後は、想定される動脈硬化の証明のために、硬化の増悪因子となる糖尿病の有無や、硬化の程度を計測できる超音波エコー、あるいはその他の誤差を生じる要因であるカテーテルの材質の違い、さまざまな測定時間帯における血圧測定、さらに若年層も加えたより幅広い年齢層を対象として、再検討する必要があると考えている。

VI. 結 語

本研究により以下のことが示された。

1. 直接・間接血圧測定毎に15%以上の測定誤差を生じるA群は全体の24%に上り、B群と合わせると全体の約1/2を占める結果となった。
2. 直接・間接血圧測定値に15%以上の測定誤差を生じる症例において、高血圧や腎機能の悪化が、またいづれも70歳以上の高齢者であることが示された。
3. この直接・間接血圧測定値に誤差を生じる要因として、動脈硬化が示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、臨床研究の機会を与えて頂いた大阪府三島救命救急センター所長秋元寛様、看護部長山口智鶴子様、ICU科長三宅千鶴子様、ならびにICUスタッフの皆様、北摂総合病院院長木野昌也様、医師中尾圭一様、看護部長伊藤照美様、看護長木戸香織様、ならびにICUスタッフの皆様にご感謝申し上げますと共に、本研究の指導者である藤田きみゑ教授、奥津文子教授、横井和美准教授に深謝いたします。

引用・参考文献

- 1) 栃久保修：血圧の測定法と臨床評価,第1版,メディカルトリビューン,1988
- 2) 藪内清：中国の科学,第1版,p361-438,中央公論社,1979
- 3) 小池龍平ら：ICUにおける直接血圧測定値と間接血圧測定値との比較検討,日本医療機器学会雑誌,47(4),p185,1977
- 4) 日和田邦男：血圧の異常 16.2本態性高血圧症 3) 診断・鑑別診断,内科学,第7版,p648-651,朝倉書店,1995
- 5) 渡辺広昭ら：観血的血圧波形の歪みとその対策,ICUとCCU,10(2),p153-157,1985
- 6) 栃久保修ら：血圧モニター,ICUとCCU,17(4),p357-365,1993
- 7) 厚生労働省(2009)：平成21年人口動態統計(確定数)の概況
www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei09/index.html,2010_11_09.
- 8) 金井正光：臨床検査法提要,第32版,金原出版株式会社

(Summary)

Factors affecting the difference between direct and indirect blood pressure measurements.

Sakata Eri

University of Shiga Prefecture Graduate School Human Nursing, Human Nursing Science

Objective We analyzed factors affecting the difference between direct and indirect blood pressure measurements.

Methods One hundred patients with arterial lines in their radial arteries were studied for the difference between direct and indirect blood pressure measurements. Patient information was obtained from their clinical records. With each measurements, factors causing possible measurement errors were carefully avoided. The patients were divided into four groups according to the range of the difference, and each group was compared for selected factors statistically.

Conclusions The difference by fifteen percents or more between direct and indirect blood pressure measurements was observed in about a quarter of the patients (A group of the patients). No

statistically significant differences were found between each group in such blood data as RBC, Hb, Ht, PLT, Na, K, WBC, and CRP. The history of anticoagulant therapy, alcohol taking, or smoking does not appear to affect the difference. The frequency of hypertension, and renal function abnormality is significantly higher in the A group patients. In addition, all of these patients were aged 70 or older. Therefore, it is suggested that the factors affecting the difference between direct and indirect blood pressure measurements include hypertension, renal function and aging.

Key Words Direct measurement of blood pressure, Indirect measurement of blood pressure, The differences in measurement of blood pressure