

指尖光電脈波の測定手技に関する研究

Studies on the Technique for Measurement of Plethysmograph

林 文代

【要約】 This study was carried out to clarify the suitable measurement conditions to observe the stable pulse-wave. The following results were obtained, and the actual examples are shown.

- 1) The intensity of signal from finger was stronger than that from palm and wrist. However, no difference in intensities between the five fingers was observed.
- 2) The pulse-wave heights differed according to the position of hand.
- 3) Pressure to subject's lateral chest, change in atmospheric temperature, and the sound conditions in the measurement room brought about a change of pulse-wave height and a sway of base-line of plethysmograph.
- 4) The emotional conditions in the subject projected to the pulse-wave. Accordingly, it seemed that informed consent to the measurement and the formation of a co-operative relationship with the subjects by the tester were essential.

【キーワード】 Plethysmograph, Measurement condition, Pulse-wave,

I はじめに

脈波plethysmographはギリシャ語のplethysmos (充満する, 満たす) から名づけられたバイタルサインの1つである^{1,2)}。古くはもっぱら機械的容積脈波が観察されていた。すなわち、指尖部を水または空気の充満した容器に入れると、挿入した指の内部に流れる血液量に応じて指の外側の水または空気の圧が変化するので、それを描記する方法が機械的容積脈波である。その後、電子工学の進歩により、光電式容積脈波が観察されるようになった。

皮膚血管は交感神経性血管収縮繊維の神経支配を受けており、交感神経の緊張亢進は毛細血管を細め、結果的には毛細血管の血液が減少する。生体組織は近赤外線的光を透過するが、動脈血液中のヘモグロビンはその透過光をある程度吸収する。ヘモグロビンの吸収したこの光量を増幅し、波形に描かせる方法が光電式

容積脈波法の原理である³⁾。

光電式容積脈波には次のような特徴があげられている。すなわち、外来刺激に対して極端に鋭敏に反応する、身体すべての部位で出現する、順応しにくく時間経過や繰り返し刺激に慣れにくい、交感神経の活動を純粋に反映する、測定装置は簡便であるなどである。このような特徴を生かして、生理心理学領域や心身医学領域における実験研究、臨床研究で採用されているばかりでなく、看護領域における研究においても測定されている。

前述のように、脈波の1つの特徴として鋭敏な反応性があげられる。そのため、実験の結果得られた脈波の変化が、実験条件として設定したある特定の外来刺激に対応したものであると同定するためには、その刺激以外の、脈波反応に影響する諸要因を厳密に制御した実験条件下での研究デザインとしなければならない。多くの場合、このような実験条件が整備されていた証

として、刺激前の脈波が提示される。しかし、脈波は無刺激状態においてもさまざまな変化様相が見られる²⁾。これを前提として、研究者は比較的安定した刺激前脈波を得ようと苦心し、測定手技習熟のための訓練を重ねている。

しかし、従来からの報告をみる限り、測定方法の項における記述は、使用機種、センサー装着部位、温度条件くらいであり、安定した脈波波形を得るために配慮した細部にはふれられていない。また、脈波測定技術書^{2,3)}に記載されている内容においても測定部位、測定部位の高さ、外部の物音、室温などが示されているが、それらの条件が整わなかったために波形がどのような影響を受けるのかについては詳述されていない。

以上のような実状から、本報では安定波形を得るための測定手技について、著者が測定に当たって日常留意している点を中心に、実測例を示しつつ、以下に述べる。

II 方 法

光電式容積脈波の測定方式は3種に分けられる。すなわち、透過式、反射式、光ファイバー式である。いずれもトランジューサーの光源には3~6Vの豆電球、受光部には光電管を用い、光源と受光部とを組み合わせている。透過式は測定する組織を挟んで、一方に光源部、他方に受光部を置く方式である。したがって、光を透過するに十分なほど薄い手掌、指尖、耳朶、足指などが測定可能部位とされる。反射式はトランジューサーの同一表面に光源部と受光部がセットされており、光源部からの光に対して組織から反射される光量を受光部がとらえる方式である。透過式および反射式は光源部が直接皮膚表面に接するので、豆電球の熱の影響を受ける。光ファイバー式は豆電球を直接皮膚に接しないので、熱影響

を避けている。いずれの方式を用いても記録波形上にはほとんど差はない²⁾。

本報では、NEC三栄製光電脈波指尖用ピックアップ

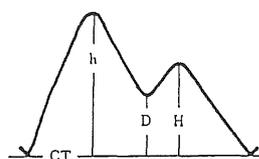


図1 脈波波形を表示する指標

CT: 昇却時間 h: 波高
D: 切痕 H: 重複波

をトランジューサーとして用いた。これは反射式による測定である。トランジューサーの光電管からの出力を同社製1253A型増幅器に接続し、時定数を1.5sとして増幅し、RECTI-HORIZ-8K記録器に波形を描記した。

本報での測定は特に条件を記さないかぎり、測定室温23~25℃、相対湿度50~60%、暗騒音レベル30~35dB(A)、照度500Luxとした。被験者には少なくとも10分以上安静椅座位をとらせ、その間にピックアップを装着した。装着部位は、測定部位の検討の場合は除き、原則として左第Ⅲ指第1節腹側とした。結果の項で各実験に際しての装着部位は明示してある。

描記された脈波波形を模型的に図1に示した。波形を表示する指標として、昇脚時間(CT)、波高(h)、切痕(D)、重複波(H)などが計測されている⁴⁾。これらの指標のうち、波形の安定性が得られない場合には測定中に波高変化を検者が視認できる。また一方、個々の波形とは別に、連続測定の際に安定性が問題となる事象は基線動揺であり、これも記録中に検者が視認できる。したがって、本報では波高変化および基線動揺を手がかりに、実例を示して測定条件を検討した。

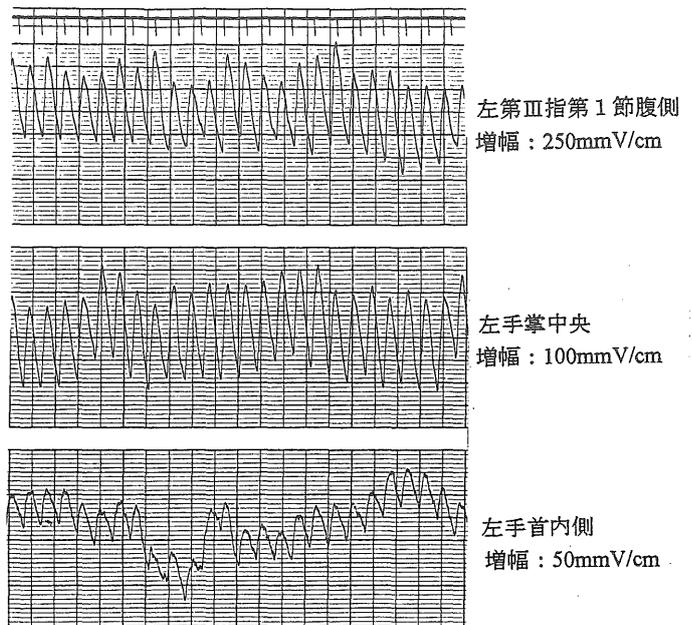


図2 センサー装着部位別脈波波形

注: 室温: 25℃
記録紙送り速度: 5mm/S

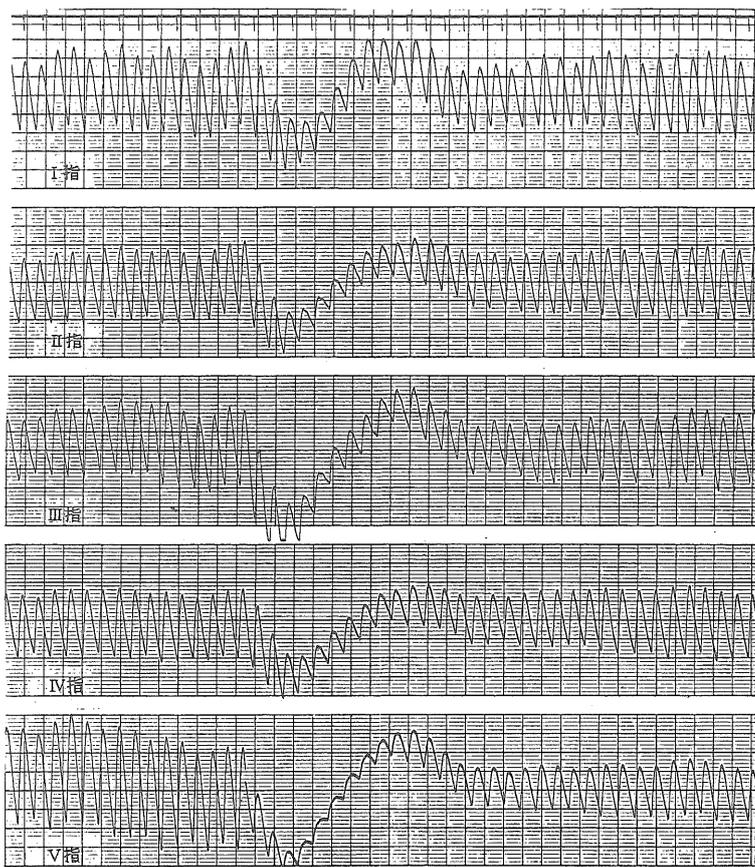


図3 脈波変動の5指間関係

注：室温：25℃
 記録紙送り速度：5mm/S
 センサー装着：各指共第1節腹側
 変動誘因刺激：情動ストレス

指尖部の5倍に増幅してもなお指尖部と同程度の波高は得られていない。したがって、同一増幅率とした場合、手掌や手首からに比べて指尖からの誘導は大きい振幅波形を得る。

5本的手指共に第1節腹側にセンサーを装着し、同時記録した例を図3に示した。5指共に250mmV/cmの同一の増幅率とした。各指からの信号はほぼ同一の波高となっている。なお、本例の記録の中央部における基線動揺と波高低下は記録中に言語による情動刺激を検者が被験者に与えたために生じたものである。情動刺激については後述するが、ここではこのような刺激に対する脈波応答が5指共に同時に生起し、また、一過性応答の回復過程が5指共にはほぼ同じ経過をたどることを示した。したがって、指尖であればどの指からの誘導でも同じ脈波を描くことができ、脈波応答過程も同一所見として把握できる。

2) 測定手指の高さについて

左右両側の第III指第1節腹側にセンサーを装着し、左手は常時椅座位の膝上に静置したままとし、右手を膝上から心臓の高さへ、さらに垂直挙上した高さに移動させた場合の記録例を図4のAおよびBに示した。いずれの高さにおいても、左右ともに500mmV/cmの増幅率とした。移動中は基線動揺が生じたので、それを除外し、移動後15秒

III 結 果

測定条件を被験者側条件と測定環境条件とに分けて以下に述べる。

1. 被験者側条件

1) 測定部位について

指尖、手掌および手首からの脈波を同時記録した例を図2に示した。指尖としては左第III指第1節腹側、手掌として左手掌中央部、手首として左手首内側にセンサーを装着した。増幅率は3部位毎に異なり、指尖からの信号は250mmV/cm、手掌からのそれは100mmV/cm、手首からのそれは50mmV/cmとしてある。すなわち、指尖部からの信号に対して手掌からのそれは2.5倍に増幅することによって指尖部とはほぼ同程度の波形を得ることができている。また、手首からの信号は

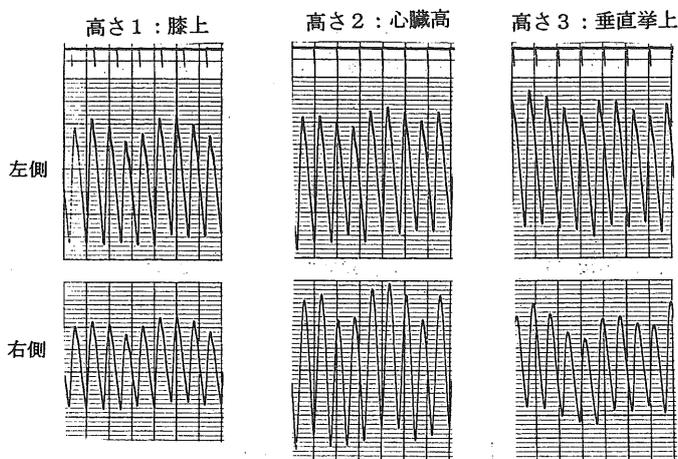


図4-A センサー装着手の位置(高さ)による脈波波高変化

注：室温：25℃
 記録紙送り速度：5mm/S
 センサー装着：両側第III指第1節腹側
 手位置の変化：右側

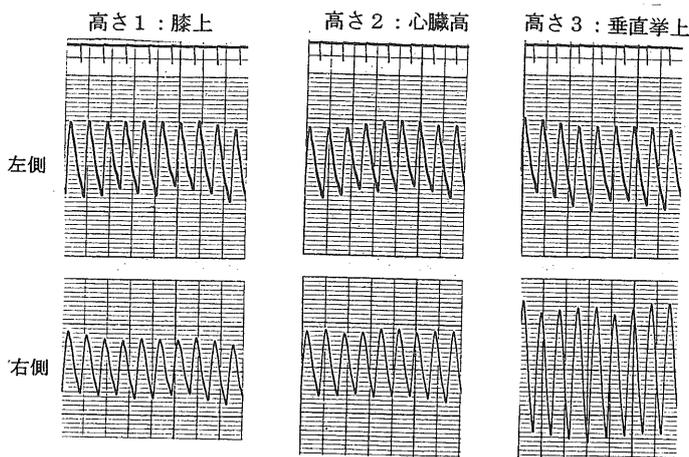


図4-B センサー装着手の位置(高さ)による脈波波高変化

注：室温：25℃
 記録紙送り速度：5mm/S
 センサー装着：両側第三指第1節腹側
 手位置の変化：右側

経過後の波形を例示した。図4のAの被験者例およびB被験者例共に、左手からの信号は右手の高さいかにかわらずほぼ一定した波高を示している。これに対して右手からの信号はA例とB例とでは全く逆の挙動をとっている。すなわち、A例では、膝上高から心臓高へ移行すると波高が著しく増高するが、垂直挙上をとると波高が低下した。B例では膝上高から心臓高へ移行すると波高がやや増高し、垂直挙上をさせると波高が著しく増高することを示した。このように、測定手の高さに対する脈波応答には著しい個人差がみられる。しかし、個人差があったにせよ、高さによって波高が変化するので、波高の計測は、測定手の高さが同一の条件間で比較可能である。

3) 被験者の情動投射について

測定時に安定した波形を得るための重要な要件として被験者の精神心理的な安定をはかる必要がある。そのために、測定前に測定を目的を納得い

くまでわかり易く説明することが先ず求められる。被験者への説明をほとんどしないままセンサーを装着し、測定をはじめると描記波形は安定しない。また、被験者が拒否もしくは不安を抱いているにもかかわらず強引に測定に持ち込んだ場合には、安定した波形は得られない。

十分な諒解と協力が得られた上で、センサー装着前に深呼吸を数回おこなわせ、安楽な椅座位を被験者に自らとらせるようにする。センサー装着後に、静かな語調で「測定を始めますよ」と告げて記録計を作動させる。それを告げていないと、記録計の紙送りモーター音がいかにも医療現場に似た一種の緊張感を被験者に与えることになる。

以上のような留意をした上で本測定を開始しても、検者

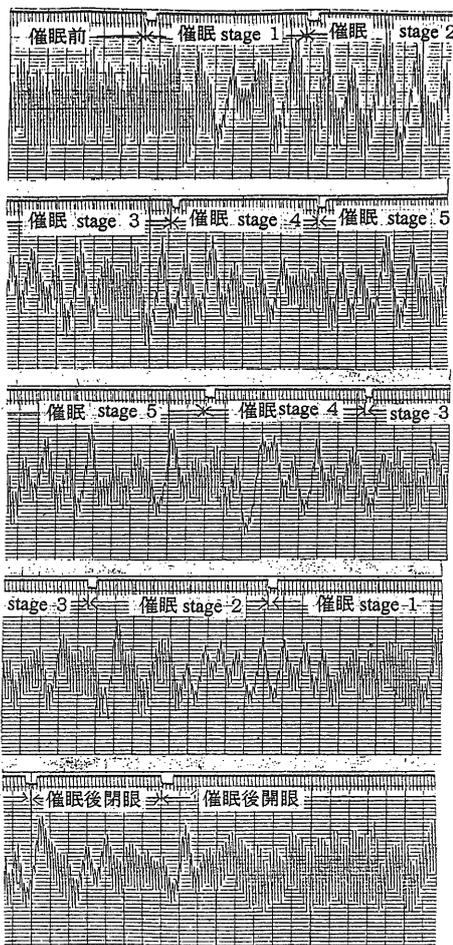


図5 催眠下における脈波変動例(その1)

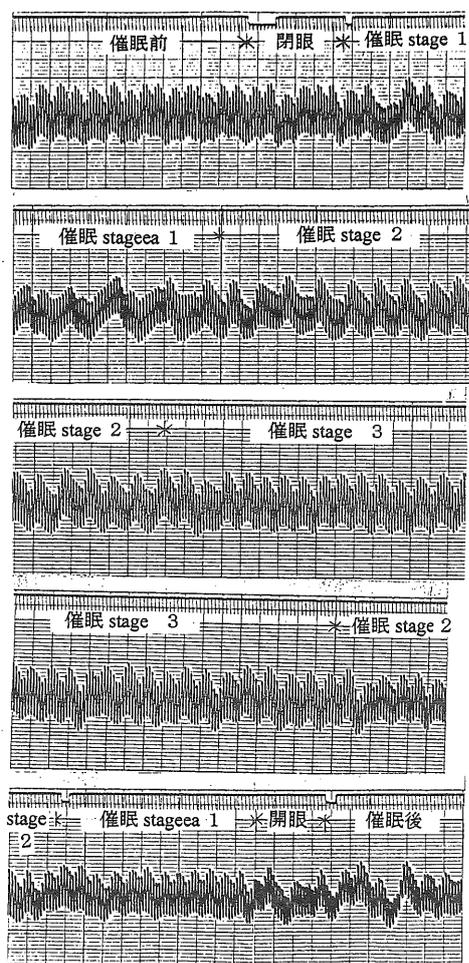


図6 催眠下における脈波変動例(その2)

の不注意な言動が被験者の情動を刺激することがある。その1例が図3に示した記録中の基線動揺と波高低下である。この例では、測定中に検者が不用意に「あれ!!」とひとり言をもらしたことによる被験者の脈波応答である。検者は基線動揺の生起を視認したので、その直後に静かなひとり言で、「きれいにとれているナ」とつぶやく言葉をさり気なく、しかし意図的に投げかけた。これにより、脈波応答は一過性にとどまり、安定波形にもどった。

情動影響がこのように敏感に脈波反応としてあらわれることから、逆にこれを利用して心理生理学領域で脈波が測定されている。図3の例示のように、わずかな言語刺激によって脈波応答が生じるのなら、催眠下で測定することも手技上の条件として考慮してもよいように思われる。その例を図5および図6に示した。図5に示した波形は、年齢35歳の女性の波形である。この波形記録は、これまで例示してきたような記録紙送り速度を5mm/Sとしたものではなく、1mm/Sのゆっくりとした速度で送ったものである。この女性は職場の人間関係にトラブルがあり、それが仕事への不満へと発展した事例である。数回の支援面接をおこない、自己洞察により彼女の感情的葛藤は知的には諒解できるようになったため、現実的な職場内行動は自分の意志で制御できる段階にまで到達した。しかし、い

まだ自己受容⁵⁾までは至っていなかった。このような段階で洞察を深めるために催眠療法が採用された。その際の脈波記録である。

波形をみると、催眠前にはほぼ安定した波形が得られている。これは現実社会においての不応現象が表在化しなくなっている彼女の心理行動状況に対応する波形状態とみなし得る。しかし、催眠状態に入ると、特に催眠のステージ⁶⁾が深まるにつれて、著しい基線動揺が生起し、これが催眠状態にある間持続している。しかし、覚醒後は催眠前と同様な安定した波形にもどっている。催眠により大脳皮質からの制御がゆるみ、辺縁系と自律神経反応が表在化することによって^{7,8)}、彼女の心の中に潜在していた感情による情動-自律神経反応が表在化し、それが脈波応答にあらわれたとみなし得る。

これに対して図6に示した波形は、催眠下では安定した像を示している。この脈波は年齢52歳の男性から記録したものである。この男性は現実社会における適応行動において自己制御能力が高い被験者で、何ら愁訴を持っていない。著者が実験的に脈波観察をおこなうために、協力を依頼した例である。波形をみると、催眠前に比して催眠に入るとやや波高が高く、しかも呼吸性の律動が整にあらわれ、催眠状態が持続している間この安定した脈波が維持されている。催眠が解除されると、呼吸性の整の律動が消失し、波高がやや低くなっている。

以上のように、図5と図6の例とでは催眠の影響はまさに正反対の像をとっている。これは被験者のかくれた情動系の様相に依存しているものである。したがって、催眠状態下で安定した脈波波形が得られるとは一律に考えてはならない。また一方、催眠状態下での脈波観察は潜在している情動を把握する精神生理指標となり得る可能性を示すものである。

2. 測定環境条件

1) 側腹圧迫について

被験者に椅座位をとらせる椅子に肘掛けがあると、それにもたれて側腹を圧迫することがある。その圧迫影響を観察した例を図7に示した。この例では、両側手第III指第1節腹側にセンサーを装着し、同時記録した。右側の側腹第IV肋間を約0.5kg/cm²の圧で2cm²

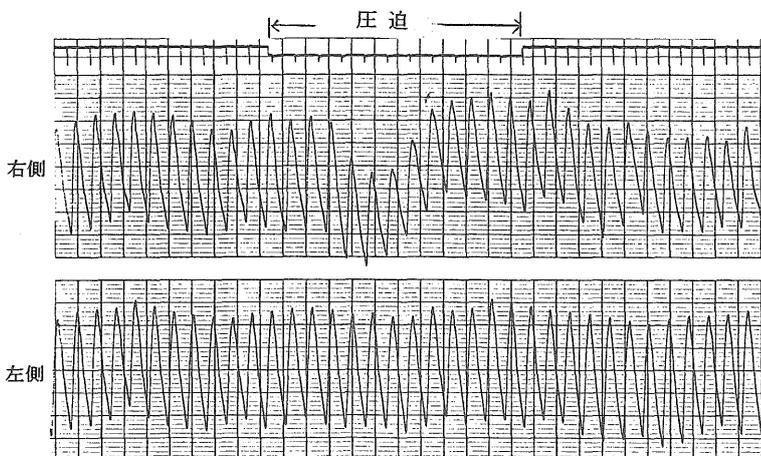


図7 圧反射による脈波変動例

注：室温：25℃
記録紙送り速度：5mm/S
センサー装着：両側第III指第1節腹側
圧迫部位：右側腹第IV肋間
圧：約1kg/cm²

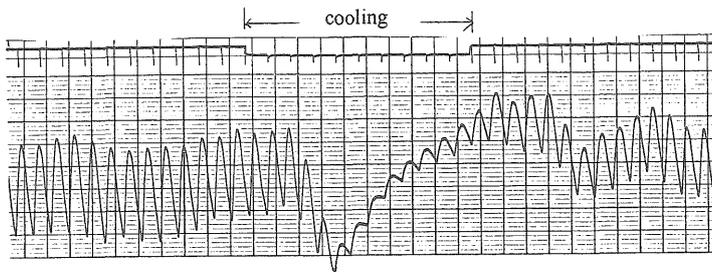


図8 Coolingによる脈波変動例

注：室温：25℃
記録紙送り速度：5mm/S
センサー装着：両側第Ⅲ指第1節腹側
cooling部位：右手首より遠位
cooling温度：20℃

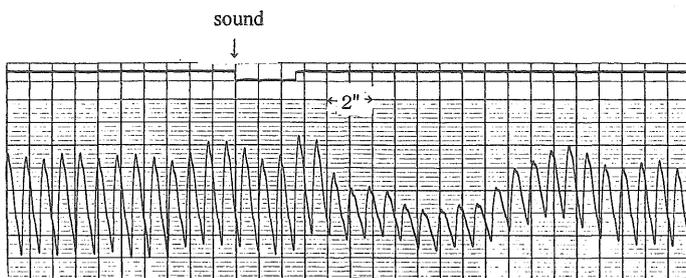


図9 外部音刺激による脈波変動例

注：室温：25℃
記録紙送り速度：5mm/S
センサー装着：左側第Ⅲ指第1節腹側
音刺激：ドア開閉音

の広さで圧迫した。左手脈波には変化が見られなかったが、圧迫した側の右手脈波ではわずかな基線動揺と波高の低下が見られた。圧迫を持続していても数秒以内に基線動揺も波高低下も解除された。したがって、圧迫影響は圧迫側指尖に生ずる一過性の現象と解される。したがって、測定手側の身体部位の圧迫は避けなければならない。

2) 相対的冷却について

検査として寒冷試験を試みる場合^{9,10)}には明らかな寒冷反応が生ずる。このような例は別として、安定波形を得ようとした測定中、エアコン等の風が特定の身体部位に当たることがある。25℃の室温内で測定中、センサー装着手の反対側手において、手首より遠位部位に20℃の空気が当たったという条件で生じた例を図8に示した。空冷2秒後から大きな基線動揺と波高低下が著明にあらわれた。冷却中止後は、波形は徐々に回復し始めるが、10秒間の冷却であっても、その影

響は中止後7～8秒後まで残留していることが示された。したがって、測定中の室温の変動や身体部位間の温度差は避けなければならない。

3) 音響条件について

音響条件として言語の場合と非言語の場合とがある。言語は言葉による文化的内容が内包されているので、図3に示したように情動刺激となり易い。また、非言語についても影響があらわれる。すなわち、暗騒音が30～35dB(A)のようなきわめて静かな測定室では始動し始める時のモーター音が緊張感を与えることについては前述した。したがって、測定中の廊下の足音や会話等にも留意する必要がある。

暗騒音レベル30dB(A)の部屋で測定中にドアの開閉があり、約60dB(A)まで音圧レベルが瞬時に一過性に上昇した場合の脈波応答を図9に示した。基線動揺は見られていないが開閉音聴取直後から波高低下が見られはじめた。音響条件は直ちに静穏状態に戻っているにもかかわらず、聴取後5・6秒後に波高低下が最大となり、その後徐々に波高は回復するが、12・3秒後までその影響は持続していた。

IV 考 察

脈波は連続して記録される律動性の生体现象である。これを利用して、脈波のパワースペクトル分析がなされている^{2,3,11,12)}。それによると健常者の脈波は3つの周波数帯成分よりなることが明らかにされている。すなわち、0.4Hzまでの低周波数帯域成分は全体の約25%のパワーであり、これは基線動揺によるものである。0.4～2.0Hzの中周波数帯域成分は全体の約63%のパワーであり、これは波高によるものである。2.0Hz以上の高周波数帯域成分は全体の12%のパワーであり、脈波原波形の第2波によるものである¹²⁾。本報において、脈波の安定性を得るための条件を検討するための脈波指標として基線動揺と波高とを用いた。これらは前述のパワースペクトル分析の結果における低および中周波数帯域成分に当たり、脈波全体のパワーの88

%をしめることになる。また、この指標は測定中に検者によって視認の可能な事象であるので、測定手技を検討する上で有用であった。

脈波の測定は生理心理学領域や心身医学領域のみならず看護の研究においても測定されるようになった。脈波は人の環境条件評価^{4,13)}や看護対象の内面^{14~16)}が反映されるバイタルサインである。したがって、人の身体を日常生活行動との関係からみていこうとする看護学の視点¹⁷⁾から脈波測定は今後も広く看護研究の中に取り入れられていくであろう。このような立場から、本研究以外の課題の検討にあたって、われわれは日常生活との関わりで脈波を解析する基礎研究^{18~22)}をおこなってきた。その際に、脈波はきわめて敏感に反応するバイタルサインであるため、研究目的以外の要因による変動をいかに避けるかに苦心した。本報はその過程で得た所産である。

反射型トランジューサーによる脈波は身体のどの部位にも適用できる^{2,3)}。しかし実際には手指を測定部位とすることが多い。手指の皮膚は他の一般体表面の皮膚に比べて血管が非常に発達しており、脈波振幅も大きく記録でき、いろいろな内外条件により変化が最も激しくあらわれるからである¹⁾。また、トランスジューサーの装着がしやすいこともあげられている^{1,2)}。本報成績の図2に示したように、手首より手掌が、手掌より指尖が大きい振幅の脈波を得ることができる。

また、指尖であれば第I指から第V指までほとんど同一の性質を有している¹⁾ので、図3に示したように、脈波振幅もほぼ同程度に得られた。また、外来刺激に対する応答およびその回復過程も同じパターンを得た。

測定手指の高さについては、理想的には心臓の高さに手を保つことがよいとされている^{1~3,9)}。しかし、心臓の高さにするためには、被験者を仰臥位にするか、もしくは机のような台上に前腕を乗せるようにするしかない。仰臥位をとらせるにはベットを必要とするし、台上に前腕を乗せると腋窩と上腕とのなす角度や台と手背との圧迫の問題などがおこってくる。そこで特殊な検査目的がなければ、椅座位で膝上に手掌を上に向けておかせることがすすめられている³⁾。本報成績の図4のAおよびBに示したように、測定手の位置により脈波振幅すなわち波高が変化する。したがって、手指位置を測定中に変化させたり、異なった手高位置での測定結果と比較したりすることを避けるべきである。

図4 AとBとの例は測定手の挙上に対して全く逆の脈波応答を示している。すなわち、このような応答の個人差は各人の血管反応が異なることに基づくものであり、潜在的な生体応答性を誘発したものである。この問題に関しては別の論文で詳述する。本報では、測定条件の1つとして測定手の高さによって波高が異なってくるという事実の指摘にとどめる。

脈波測定に当たって、被験者を肘掛けのある椅子に腰掛けさせると、測定中に側腹を肘掛けにもたれるようにする場合がある。そのような場合には図7のような影響があらわれる。そうかといって、円椅子に腰掛けさせると軀幹が不安定になり力が入る。したがって、背もたれはあるが肘掛けのない椅子に腰掛けさせるようにすることが望ましい。

寒冷刺激により末梢血管が収縮することは知られおり、これを利用して寒冷反応を検査する場合もある^{3,9,10)}。しかし、安定した脈波を得るための実験条件としては、被験者が主観的に寒さもしくは冷たさを感じなくても、脈波には反応が生じることに留意したい。図8に示した例はこれに当たる。特に、測定室に空調がある場合には、測定中は空調をいったん停止させるようにすると、身体局部の温度差を避けることができるし、併せて静寂も保てる。

音響刺激については、図3に言語刺激が与えられた場合、図9にドア開閉音を聴取した場合を例示した。全ての被験者が脈波応答を示す条件は70dB(A)以上とされているが⁴⁾、暗騒音との落差が±5dB(A)以上の変化となった場合には脈波応答を示す個人が存在する²³⁾ことも念頭におく必要がある。一方、日常生活音を聴取した場合には、その音が何から発した音であるかという音源認知の問題やその音を聞くことによって内的に生じた快・不快感が脈波応答に影響することも明らかにされている²²⁾。したがって、測定中には音環境変化が生じないように細心の注意を要する。

以上述べてきた測定環境条件および被験者側条件としての測定部位、手の高さ等は検者が留意さえすれば避けることが可能な要因である。しかし、被験者の情動は検者の側で制御することがきわめて困難な要因である。健常者の脈波は中周波数帯域律動成分が最大パワーであるのに対して、不安神経症患者のそれは低周波数帯域成分に最大のパワーがあることから、基線動揺は情動不安によって生ずるとされている^{11,19,24)}。こ

のような状態にある被験者は催眠下においても、図5に例示したように、安定波形は得られない。しかし、不安神経症患者でなくても、多くの被験者は測定されるとなると少なからず緊張や不安を伴うものである。これを和らげるための説明、納得や被験者の主体的参加の気持ちの涵養は検者が意図的になすべきことである。その基底をなすものは検者—被験者間に培われる協力関係である。これは看護場面における看護者と患者との間の信頼協力関係と近似な質と考え得る。また、測定前の検者と被験者との間の協力関係形成は、人を対象としたバイタルサインの計測に共通した原則ではなかろうか。

文 献

- 1) 高木健太郎：プレチスモグラフィ，医用電子と生体工学，3，3～14，1965.
- 2) 山崎勝男：脈波，宮田洋他編，生理心理学，P. 88～97，朝倉書店，東京，1985.
- 3) 山崎勝男：脈波検査，日本自律神経学会編，自律神経機能検査，第2版，P.86～88，文光堂，東京，1997.
- 4) 小西美智子：可聴音および超低周波空気振動曝露の指尖光電脈波への影響に関する研究，三重医学，33(3)，481～496，1989.
- 5) 坂本弘，他：プライマリー・ヘルス・ケアにおける保健指導・健康相談と面接技術 第1版，日本総合研究所，名古屋，1980.
- 6) 蔵内宏和：催眠療法（その2），精神身体医学，2(5)144～147，1962.
- 7) 前田重治：臨床医学における暗示療法，精神身体医学，4(5)，282～287，1964.
- 8) 藤井高明：女性の不定愁訴と指尖容積脈波，心身医学，17(2)，101～107，1977.
- 9) 日比野朔郎，他：寒冷刺激による指尖容積脈波の変動(2)，体力科学，35(6)，457，1986.
- 10) 椎名晋一：心電図，心音図，脈波，臨床看護，8(7)，1114～1118，1982.
- 11) 山崎勝男，他：情動に関連する指尖容積脈波分析の一つの試み—基線動揺成分と搏動波成分の視覚的表出—，心理学研究，53(2)，102～106，1982.
- 12) 滝川寛，他：指尖脈波律動のパワースペクトル分析，三重医学，31(4)，765～769，1988.
- 13) 小西美智子，他：喫煙が指尖plethysmogramにおよぼす影響について，日衛誌，24(2)，318～327，1969.
- 14) 三井政子：循環動態よりみた妊産婦の安楽体位の検討，京都大学医療技術短期大学部紀要，1，62～67，1981.
- 15) 三井政子：指尖容積脈波による母体循環動態からみた分娩時の安楽体位，京都大学医療技術短期大学部紀要，3，64～69，1983.
- 16) 三井政子，他：指尖容積脈波法を用いた妊婦血管刺激反応性に関する検討，京都大学医療技術短期大学部紀要，6，96～102，1986.
- 17) 菱沼典子：看護形態機能学，日本看護協会出版会，東京，1997.
- 18) 稲垣千賀子，他：標準状態指尖脈波の変動性に関する研究，三重県立看護短期大学紀要，8，93～101，1987.
- 19) 滝川寛，他：指尖脈波律動の日間変動に関する研究，三重医学，32(3)，311～314，1988.
- 20) 杉浦静子，他：指尖部血流を測定する2方法の比較検討，三重県立看護短期大学紀要，12，1～4，1991.
- 21) 辻川真弓，他：指尖光電脈波の再現性に関する研究，三重医学，37(3)，441～444，1993.
- 22) H, Sakamoto., et al : Psycho—physiological responses by listening to some sounds from our daily life, J. Sound and Vibration, 205(4), 499～503, 1997.
- 23) 林文代，他：低レベル騒音曝露条件下における曝露音圧レベル変化と指尖脈波反応出現との関係，39(2)，109～112，1995.
- 24) 穂積登：脈波律動の分析—基線動揺に関する情動因子—，慶応医学，58(1)，65～83，1981.