

手術的侵襲の指尖容積脈波に及ぼす影響

第五報 輸液, 輸血の影響

昭和31年12月20日受付

信州大学医学部第一外科教室 (指導: 星子教授, 岩月助教授)

小林 滋

緒言

近来, 外科手術の飛躍的進歩は麻酔, 抗生物質の発達と共に輸液, 輸血の進歩に負う所が少なくない。輸液及び輸血の循環系に及ぼす影響についての報告は少なくなく(高藤^①(1953), Carlston^②(1954), 山本^③(1941), Anderson^④(1949), Pierce^⑤(1953), 高山^⑥(1953), 砂田^⑦(1953), 水川^⑧(1955)), 殊に数年来失血に対しては出来る限り早期に補い (Phillips^⑨(1951)), 且つ術後の蛋白代謝障碍の面をも考慮して出血量を上廻る量の輸血が行われつゝある。しかし乍ら反面に於て, 遠山^⑩(1956) は大量輸血輸液の生体に及ぼす影響を追求し, 不用意な大量の輸血, 輸液に対して警告している。

Plethysmograph と出血, 輸液に就いては Foster^⑪(1945), 近藤^{⑫⑬}(1954) (1949) 等の報告がある。著者は適切な輸液を行う一助として従来用いられているリンゲル氏液, 5%葡萄糖液, 各種血漿代用液及び血液の容積脈波に及ぼす変化を臨床的に検討した。

実験装置: 第一報^⑭(1956) に既に述べた。

実験方法: 循環系疾患のない症例53例を選び, 5%葡萄糖液, リンゲル氏液, グリコアルギン, デキストラン及び血液を使用した。注射方法としては5%葡萄糖液, リンゲル氏液の皮下注射及び夫々にヒアルロナーゼを添加した皮下注射, 並びに静脈内注射の三方法を採用した。脈波測定は注射前, 注射中, 注射直後及びその後15~30分毎に行つた。

実験成績

1) 皮下注射法 (ヒアルロナーゼを添加せず) (5例)

5%葡萄糖液 500cc + リンゲル氏液 500cc を使用し約30分間に皮下注射を行うと, 注射完了後より20分後の間に起始点間隔が軽度に延長 ($2/100 \sim 4/100$ 秒) を示すが, 2~3時間後には全く旧に復した。

振幅の変化は図1bに示したように, 皮下輸液を開始すると共に減少し15~20分で最低に達した後, 次第に振幅の増大が起り, 注射完了後20~30分頃に振幅増大の第一の山をきついた後, 一時減少し, 再び2~2½時間後に最大の山を画き, 以後次第に振幅は減少し約5時間後注射前値に戻つた。基線は注射開始後より軽微ながら上昇を示した。

図1a 皮下輸液の脈波 (ヒアルロナーゼを添加せず)

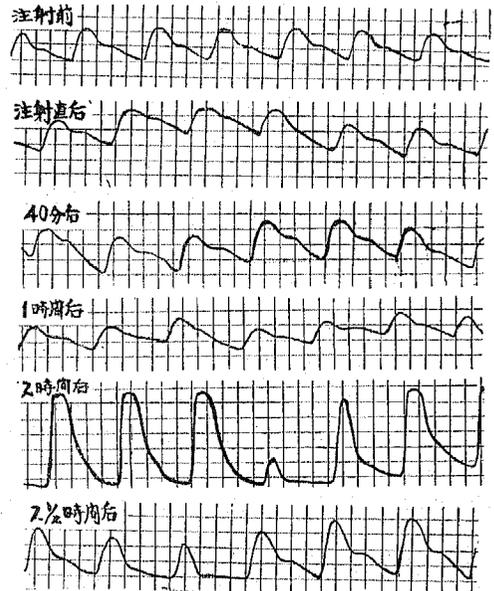
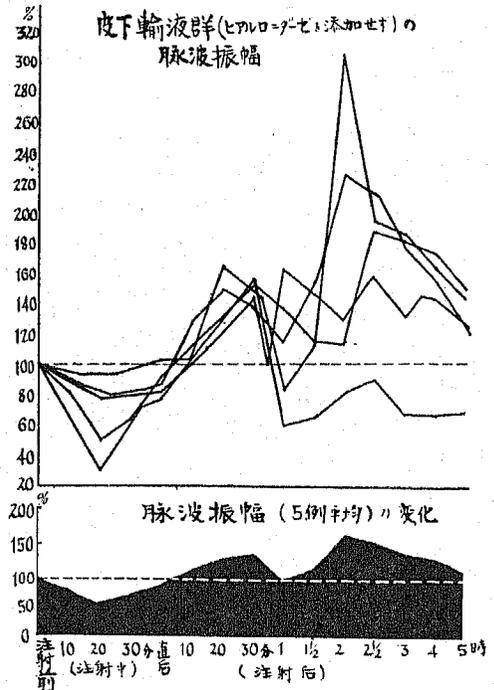


図1b



2) 皮下注射法 (ヒアルロニダーゼ添加) (10例)
 5% 葡萄糖液 500cc + リンゲル氏液 500cc + ヒアルロニダーゼを用い20分間で皮下注射を行うと、皮下注射開始と共に起始点間隔は軽度延長し、注射完了後10~20分頃に最大となりその後次第に減少した。10例の中短縮を来たしたものが2例あつた。

振幅は注射開始と共に減少し、注射終了頃よりは次第に増大して10~20分後に第一の山を画き、その後一時振幅は減少するが、終了後1 $\frac{1}{2}$ ~2時間頃に第二の山を築いた後、漸次減少し4~5時間後前値に戻つた。基線は前群と同様軽度の上昇を示していた。ヒアルロニダーゼを用いると、前群に比し第二の山を画く迄の時間がより速かである (図2a及び2b)。

図2a 皮下輸液の脈波 (ヒアルロニダーゼ添加)

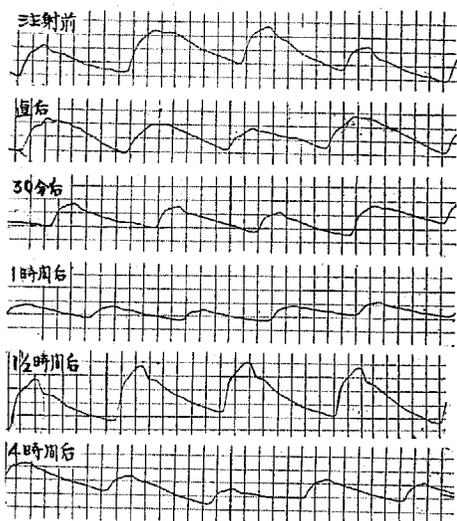
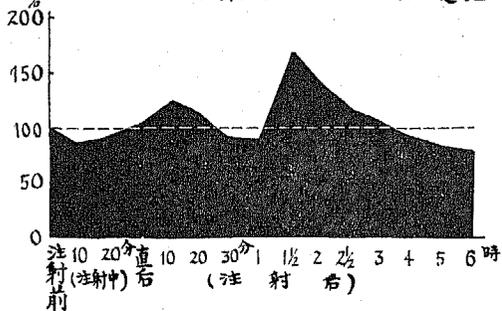


図2b 皮下輸液群 (ヒアルロニダーゼ添加) の脈波振幅 (10例平均) の変化



3) 静脈内点滴注射法

(イ) 5% 葡萄糖液 1000cc 又は 5% 葡萄糖液 500cc + リンゲル氏液 500cc 点滴静注例 (10例) 静注速度は 100cc につき約 6 分。

出血、脱水等を伴わない半数例は点滴注射中振幅は減少し、注射完了を機に漸次増大し始めて30分~1時間後に最大の山を作つた後次第に減少して行つた。出血や脱水を伴つた患者では、注射開始後より振幅が増大し、多くは注射完了後30分~1 $\frac{1}{2}$ 時間後に振幅は最大となつてから、その後は時間の経過と共に振幅は漸減して行つた。注射終了後4時間位で大体注射前値に近付いた (図3a及び3b)。

図3a 静脈内点滴注射時の脈波

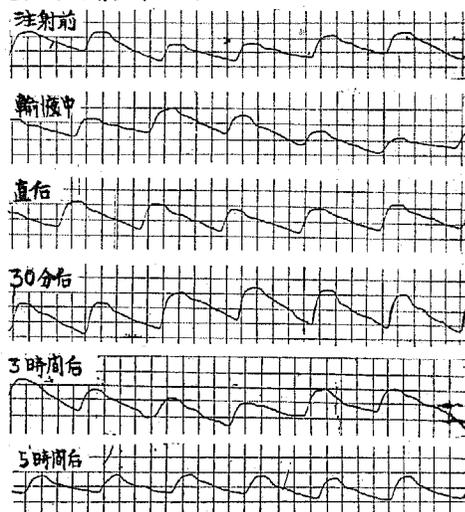
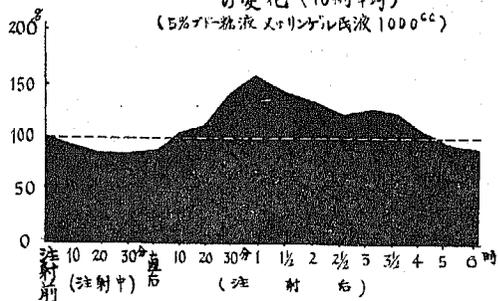


図3b 静脈内点滴注射群の脈波振幅の変化 (10例平均) (5% 葡萄糖液 + リンゲル氏液 1000cc)



(ロ) 血漿代用液点滴静注例 (6例)

デキストラン、グリコアルギンを使用した場合、振幅の起伏は5% 葡萄糖液静注群と大差はないが、注射終了後の振幅の減少が前群よりも緩慢であり、6時間后にても尚振幅は注射前より大きかつた (図4a及び4b)。

(ハ) 輸血例 (10例)

輸血量は 200cc より 800cc 迄であつたが、共に前記静脈点滴注射例と同じく、注射完了直后より振幅の増大が起り30~60分頃後に最大となつた後に次第に振幅は減少して行くが、その効果は持続的であつた。輸血

図4a デキストラン注射時の脈波

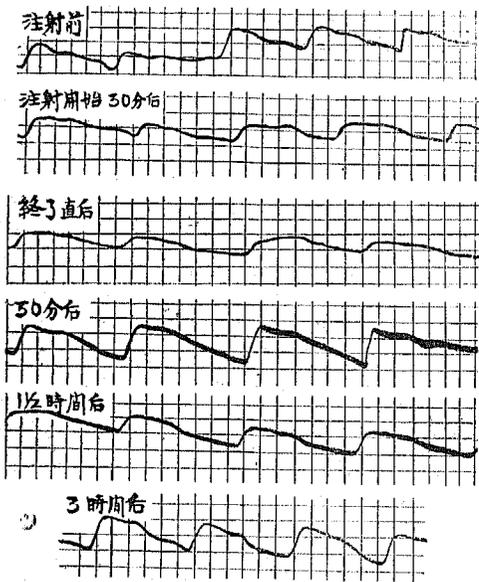
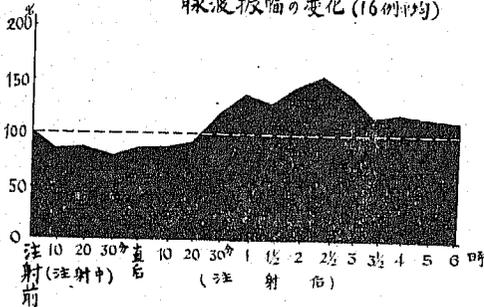


図4b 輸血及び血漿代用液輸液群の脈波振幅の変化(16例平均)



反復例の場合に(図5), 初回の注射開始後の振幅の減少は余り目立たない。反覆し, 日を追って輸血を行うと次第に注射開始より終了直後迄の振幅の減少が目立つ様になる。然し終了後30分より1時間前後にわたる振幅の増大は回を追うと共に著明となつた。

手術中の出血及び出血に対する補液(グリコアルギン及びデキストラン), 輸血の影響を見ると, 図6に示した症例の如く, 出血により振幅は減少するが, 之に対して輸血, 輸液の効果は顕著で, 輸液開始後徐々に振幅は増大し, 血圧の上昇と共に末梢循環の改善が明らかに認められた。この際興味あることは, 血圧は輸血により比較的速かに上昇を示すにもかかわらず容積脈波の改善はこれよりおくれて現われることで, 代償性に起る末梢血管の収縮により血圧は保持されているにしても, 容積脈波では必ずしも改善されず, かゝる際には更に充分量の補液を必要とすることを示すもの

図5 輸血反覆施行例

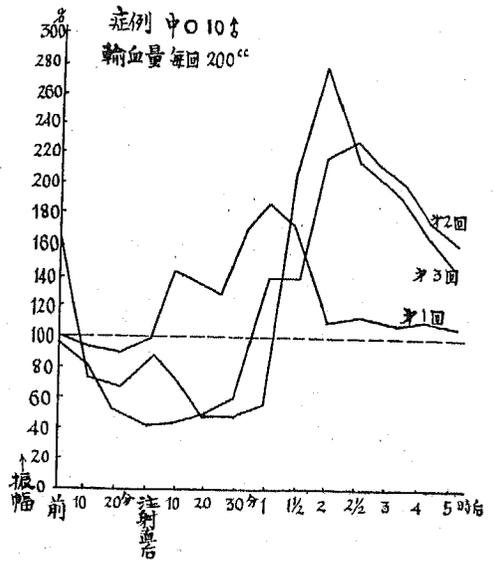
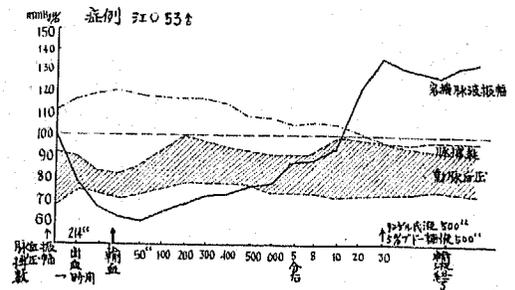


図6 出血及び輸血と容積脈波



で, 所謂 latent shock の発見に指尖容積脈波が有効なことを示すものであろう。

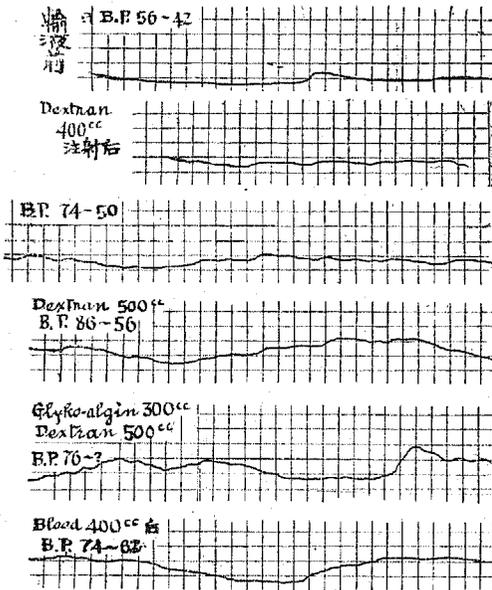
3) 一般状態の不良のものでは以上の輸液, 輸血の反応は明らかでなかつた。殊にショック時の補液の影響は図7に示した如く不鮮明であり, 輸液後振幅の増大を来たさない例は殊に予後不良のようである。又, ショック時に輸血, 輸液で循環血液量が改善されると, 急激に振幅の増大が認められた。

考 按

近年の麻酔の急速な進歩と積極的な輸液, 輸血及び化学療法は外科手術の発展に著しい貢献をもたらしつつある。

補液の目的で日常臨床的に使用されているのはリンゲル氏液, 生理的食塩水, 5%葡萄糖液, 各種血漿代用液及び血液であり, 又近來蛋白補給の問題に関連して各種のアミノ酸混合液も用いられている。

図7 ショック時輸液の脈波



穿孔孔例、輸液 輸血の効なく脈波の改善が認められず死亡

輸液の方法としては、古くより5%葡萄糖液、リンゲル氏液の皮下注射が多く行われてきたが、皮下注射は吸収がおそいのでヒアルロニダーゼが添加して用いられる様になつた。容積脈波の振幅の最大となる時間はヒアルロニダーゼの添加しない症例では注射開始より約2¹/₂時間より3時間であるのに反して、ヒアルロニダーゼ使用例では吸収も早く、為に振幅の最大となるのは2時間前後である。輸液の最も合理的な方法は静脈内注射であるが、更にショック時には動脈内輸血、酸素加動脈内輸血、更には門脈内注射など、特殊の注射方式も行われる様になつた。勿論静脈内注射は直ちに循環系に液体の補充が行われる点優秀であるが、振幅の最大になる迄の時間を眺めると、ヒアルロニダーゼ加皮下輸液群と略々同程度位である。近藤^①(1954)は生理的食塩水や血液を使用して、振幅の変化は注射完了后30~1分間で最大になり、その後は次第に減少して一定の大きさを保つが、前値より幾分大きいという。著者の例でも大体同様の経過をとつた。出血、脱水などの循環血液量の不足の状態のものでは注射開始直后より振幅の増大を示すが、既に循環血液量が正常に近くなつたものでは注射開始后振幅が一時減少した後増大し始めて行く傾向が見られた。

輸液の質について考察すると、葡萄糖液は熱量補給であり又水分補給とともに一定度の利尿効果がある。

しかし体内残留時間が少く急速に排泄される。このことは循環血液量測定面だけでなく容積脈波の振幅などより見ると、注射后大体4時間で輸液前値に近付くか、下廻る値を示している。これは葡萄糖液使用の限界を示すものであろう。Maddock^②(1948)も葡萄糖液はケトーデスの生成はさけるが、ショックには効なしとしている。リンゲル氏液は5%葡萄糖液に比すれば体内残留時間は少しく長い、電解質の面より見れば必ずしも完全とはいへない。蛋白代謝面よりアミノ酸加輸液が用いられるが、末梢に現われる変化としては5%葡萄糖液群と大差はない。

Meyer^③(1952)等は血漿代用液としてデキストランの効用を述べ、Cordice&Suess^④(1953)等は polyvinyl pyrrolidone (P. V. P.) を外傷性、出血性ショックに用いて、その優秀性を報告している。デキストランは高分子多糖類であり、為にアレルギー性の副作用を伴うことが報告されているが(Tarrow, Pulosi^⑤(1953)), その血管内残留の時間より見てショックに有効であり、徳沢^⑥(1956)もデキストランによる種々の生体変化を追求しその優秀性を認めている。一方友田^⑦(1947)はアルギン酸ソーダ、近來高山^{⑧⑨}(1953)はアルギン酸ソーダに5%葡萄糖液を加えてグリコアルギンと名付けて plasma expander としての優秀性を報告している。更に大村^⑩(1952)はカaramelリンゲル液を推賞している。著者は主としてデキストラン、グリコアルギンを用いたが、勿論その血圧の上昇保持の点は優秀であり、容積脈波の振幅の増加は大であり、リンゲル氏液、5%葡萄糖液群の如く既に4時間後は振幅が注射前値より小さくなる如き例はなく6時間后でもその減少は少い。しかし血漿代用液は水川^⑪(1955)ものべている如く血管床の充塞を目的としたもので出血に対する補液としては輸血に比して遜色あり、その使用には一定限界があることは当然である。失血に対して輸血の効のあることは今更述べる必要もなく、容積脈波の振幅より見ても振幅の持続性もよい。又輸血を行うに際しても牧野^⑫(1953)は動脈内輸血が静脈内輸血の如く右心室、肺循環へ負担をかけず、心冠動脈、脳、腎、肝循環を良好にするといへ、Robertson^⑬(1948)も small air plethysmograph を用い動脈内注射が末梢循環量の増加に優秀であつたと述べている。

次に手術に伴う各種の条件と輸液について考察すると、近藤^①(1954)は輸液、輸血と容積脈波との関係より見て、全身状態の不良なものでは一般輸液の過程に見られる振幅の起伏が少く、頭部外傷患者にもこの傾向があるとのべている。Foster^⑭(1945)は出血性シヨ

ショックとの関係より出血後に輸血した際の容積脈波の変化を述べて末梢血液量の増加を来たすという。

補液、輸血の動静脈圧に及ぼす影響を見ると、静脈圧の方がより敏速にその値の変動を来たすとしてPierce^⑥(1953), Anderson^④(1949)は静脈圧測定の有義なことを述べている。

一般に輸液などを行つたものでは注射完了時より振幅が増大し始めるが、脱水、出血患者に輸液、輸血を行つた際は多くは注射開始と共に振幅が増大し始めていつた。そして注射完了後、その注射方式により異なるが30分~2¹/₂時間で最大値を示すことになる。既に掲げた図6の如く輸液量の増大と共に振幅は増大、基線の上昇など末梢血液量の増加を示した。又術後の補液の際も手術当日とか、第一病日に行つた例では、注射開始より振幅増大を来たす例が多く認められ、之等の症例も輸液回数を重ねるに従い、一般型たる注射開始より完了直後迄振幅も一時減少する型に移行するが、注射完了後の振幅の起伏は著しい。容積脈波は従来より潜在性ショックの発見に重要視されてきた。Foster^⑩(1945)はショック発見に役立つ許りでなく治療にも重要であるといふ、Kondo^⑨(1947)等はショックの際に血圧、脈搏より早期に末梢血流量の減少を示すと述べている。又、動脈血圧の下降前に振幅の減少が現われるのみでなく、血圧回復後でも容積脈波の改善がなければ輸液量の尙不充分なことを現わす点、臨床上甚だ有意義であることは図6、7にも示した通りである。又ショック時、輸液、輸血を行つてからの振幅の変化から、予後の良否を推測しうる点、価値あるものと云えよう。

結 論

輸液、輸血の指尖容積脈波に及ぼす影響につき53例の臨床例より検討して次の結論を得た。

(1) 5%葡萄糖液又はリンゲル氏液の皮下輸液でヒアルロニダーゼを添加しない群では、輸液開始より10~20分間振幅は軽度に減少した後、次第に振幅が増大して注射完了後20~30分で振幅増大の第一の山を、次で2~2¹/₂時間後に第二の最大の山を画いて后次第に振幅は減少して4~5時間後に注射前値に近付いた。

(2) ヒアルロニダーゼを加えて皮下輸液を行うと、振幅は注射開始と共に減少し注射終了頃より次第に増大し始めて終了後10~20分にて第一の振幅増大の山を、次で1¹/₂~2時間後に第二の山をきつた后、漸減して約4時間後に注射前値に近付いた。

(3) 之等の輸液を静脈内点滴注射にて行つると、注射完了より振幅は増大し、注射完了後30~60分で振幅

最大の山を築いた后、振幅は漸次減少し約4時間後に注射前値に戻るか、時にはそれ以下となつた。輸血又は血漿代用液(グリコアルギン、デキストラン)を使用すると、振幅の起伏は同様であるが、リンゲル氏液5%葡萄糖液に比して振幅減少度は少く且つ持続的である。出血、脱水を伴うような症例ではむしろ注射開始後より振幅が増大し始めて行く傾向があつた。

(5) 一般に末梢循環障害時には容積脈波の変化は、動脈血圧よりも重要な意義をもつているように思われる。従つて外科患者の麻酔中、手術的侵襲、並びに輸液、輸血療法を行う際に、容積脈波により末梢循環状態を知ることは極めて有意義なものと考えられよう。

本研究の一部は昭和28年度文部省科学研究助成補助金によつたものである。

稿を終るにあたり終始御指導を頂いた星子教授、岩月助教授に深く感謝の意を捧げると共に御協力いただいた教職員各位に感謝する。

文 献

- ①高藤:輸液, 日本外科全書(5), 319, 南江堂, 1954.
- ②Carlston et al: Observations on the Postoperative Circulation, Surg. Gyne. and Obst., 99: 227, 1954.
- ③山本: 瀉血及び輸液の静脈圧に及ぼす影響について, 日循環病会誌, 5: 87, 1939.
- ④Anderson et al: Venous Pressure in Relation to Blood Volume in Man, Anesthesiology, 10: 145, 1949.
- ⑤Pierce et al: Studies on Venous Blood Pressure in Patients Undergoing Major Surgical Procedures, Surg. Gyne. and Obst., 96: 310, 1953.
- ⑥高山: 補液としてのグリコアルギンについて(第二報), 臨床外科, 8: 68, 1953.
- ⑦砂田: 保存血輸血の経験と輸血副作用の諸問題, 臨床外科, 8: 397, 1953.
- ⑧水川: 手術患者の輸液に関する基礎的及び臨床的研究(第三編), 日外会誌, 56: 283, 1955.
- ⑨Philips et al: Blood Volume in Health and Disease, J. A. M. A., 145: 781, 1951.
- ⑩遠山: 大量輸血並びに大量輸液の循環に及ぼす影響についての実験的研究, 日外会誌, 56: 1496, 1956.
- ⑪Foster: Peripheral Circulation during Anesthesia Shock and Hemorrhage: The Digital Plethysmograph as a Clinical Guide, Anesthesiology, 6: 246, 1945.
- ⑫近藤: 頭部外傷后胎症, 日本外科全書(10), 250, 南江堂, 1954.
- ⑬近藤: 指尖容積脈波の研究, 外科, 11: 504, 1949.
- ⑭小林: 手術的侵襲の指尖容積脈波に及ぼす影響(第一報), 信州医誌, 5: 200, 1956.
- ⑮Maddock et al: Parenteral Use of Water, Dextrose, Electrolytes, Fat and Vitamins,

Arch. Surg., 57:553, 1948. ⑩Meyer et al: Changes in Blood Volume Following Administration of Dextran Determined by P 32 Labeled Red Cells, Surg. Gyne. and Obst., 94: 712, 1952. ⑪Cordice et al: Polyvinyl pyrrolidone in Acute Traumatic and Hemorrhagic Shock, Surg. Gyne. and Obst., 97: 361, 1953. ⑫Tarrow et al: Reaction in Man from Infusion with Dextran, Anesthesiology, 14: 359, 1953. ⑬徳沢: デキストランの生物学的作用, 新薬と臨床, 5: 845, 1956. ⑭友田: 代用血漿アルギン酸について, 臨床外科, 4: 616, 1947. ⑮高山: 補液としてのグリコアルギンについて(第三報), 臨床外科, 8: 283, 1953. ⑯大村: 新薬カラメル輸液について, 新薬と臨床, 1: 87, 1953. ⑰牧野: 動脈内輸血, 手術, 7: 20, 1953. ⑱Robertson et al: Intraarterial Transfusion: Experimental and Clinical Considerations, Surg. Gyne. and Obst., 87: 695, 1948. ⑲Kondo et al: The Plethysmographic Measurement of Blood Flow through the Forepaw during Experimental Shock, Am. Heart Journal, 33: 207, 1947.

The Influences of Surgical Operations Upon the Digital Plethysmograph

Part 5. The Influences of Fluid Replacement Therapy

Shigeru Kobayashi

Department of Surgery, Faculty of Medicine,
Shinshu University

(Directors: Prof. N. Hoshiko
and
Assistant Prof. K. Iwatsuki)

The influences of fluid replacement therapy upon the digital plethysmogram were studied in clinical cases. The result were summarized as follows:

1. When 500-1000 cc. of 5% dextrose solution or Ringer solution was administered subcutaneously during 30 minutes the amplitudes of pulse waves became slight decreased in the first 10-20 minutes, then it began to increase with the first peak of increase at around 30 minutes and the second maximal peak at around 2-2.5 hours after the completion of infusion, thereafter it decreased gradually and returned to the previous level after 4-5 hours.

2. When hyaluronidase was added to these solution, the effect on the plethysmogram appeared

earlier, with a maximal peak of increase in amplitude at around 1.5-2 hours after the infusion, probably due to a rapid absorption of the solutions.

3. When these solutions were given by intravenous drip infusion, the amplitude increased to the maximum at around 30-60 minutes, then it decreased gradually and returned to the previous level after about 4 hours.

4. When whole blood or plasma expander such as dextran and glycoalgin was given, an increase in amplitude was more remarkable and the effect remained longer than in cases of crystalline solutions. These changes of plethysmogram were typical in patients with a certain grade of dehydration or after hemorrhage.

5. In certain circumstances the change of plethysmogram appeared to be more reliable as a sign of peripheral circulatory failure than that of blood pressure. Therefore the plethysmographic observation of peripheral circulation during anesthesia, operative procedures as well as fluid replacement therapy seems very useful in evaluating and controlling the circulatory status of surgical patients.