

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K16530

研究課題名（和文）高精度CRT測定装置による標準測定手法の開発

研究課題名（英文）Development of a standard measurement method using a high-precision CRT measurement device

研究代表者

川口 留以（Kawaguchi, Rui）

千葉大学・大学院医学研究院・特任助教

研究者番号：00800038

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：Capillary Refilling Time（毛細血管再充満時間：CRT）を高精度に測定するために、CRT測定装置を開発した。圧迫力および圧迫時間を変化させ検討し、圧迫力は3Nから7Nが適切であり、圧迫時間に関しては2秒以上が適切であることが判明した。臨床応用に向けて、フィードバック機能を有する小型測定装置を開発し検討を行ったところ、フィードバック機能が圧迫力および圧迫時間のいずれにおいても測定者間誤差を有意に減少させることが示された。臨床データとして、透析中に経時的にCRTを測定したが、除水量が増えてもCRTは変化しないことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、CRTは圧迫力、圧迫時間、測定方法が確立されておらず目視による主観的な評価が行われてきた。今回の研究ではこれまで曖昧であった部分を機械的に定義することにより、定量的に評価する事が出来るようになり、画一的な評価を行うことが出来るようになった。CRTは非侵襲的かつ簡便に重症病態を識別できる評価方法と考えられているため、今回の検討の結果を用いて、その有用性を客観的に評価・検討することが出来るようになる。CRTの有用性が明らかとなれば、救急外来や多数傷病者のトリアージにおいて簡便かつ迅速に重症病態を識別でき、社会的貢献は大きいと考える。

研究成果の概要（英文）：We have developed a CRT (Capillary Refilling Time) measurement device to accurately measure CRT. By varying the compression force and compression time, we determined that a compression force of 3N to 7N is appropriate, and a compression time of 2 seconds or longer is suitable. For clinical application, we developed and evaluated a small-sized measurement device with feedback function, which significantly reduced inter-rater variability in both compression force and compression time measurements. As clinical data, we measured CRT over time during dialysis, and it was demonstrated that CRT does not change even with increased fluid removal.

研究分野：救急集中治療医学

キーワード：Capillary Refilling Time ショック 末梢循環不全 トリアージ 多数傷病者

1. 研究開始当初の背景

救急患者の緊急度・重症度を的確かつ迅速に把握する事は重要である。ショックの有無は緊急度を決定する主要な項目であり、治療介入の遅れは患者の不良な転帰に発展しうる。ショックの早期発見には、血圧や心拍数のみでは不十分であり、他の生理学的指標を用いて向上すべきことが必要となる。

Capillary Refilling Time（毛細血管再充満時間：CRT）は、爪床を圧迫し、圧迫解除後に再び色調が戻るまでの時間を言う。1930年代に末梢循環不全の指標となり得る事が示唆され、1980年代には外傷初期診療において CRT の 2 秒以上の延長が重症度評価項目として取り入れられるようになり、一般的に使用されるようになった。これまでに末梢循環不全・ショック・脱水の指標となり得ることが示されており、非侵襲的かつ簡便にベッドサイドで得られる有用性が期待される指標である。しかし、これまでに目視測定による測定精度の低さが指摘されている。

2. 研究の目的

CRT 測定の問題として、

(1). 測定条件が定まっていないこと

(2). 評価が目視による主観によるものであること

が挙げられ、高精度 CRT 測定装置を開発し、上記問題点を解決することが目的である。

(3). 実臨床での CRT 測定を可能とするような測定装置の改良および小型化を行うことを目標に、小型化と必要要素の検討を行った。

また、作成した高精度 CRT 測定装置を用いて、

(4). 実臨床における CRT の有用性評価

を行った。

3. 研究の方法

(1). (2). まず測定条件の探索のため、感圧センサ、カラーセンサを含む実験装置を作成し爪床圧迫による荷重・色調変化を評価し、カラーセンサによる評価による CRT の定義を行った。

次に、至適圧迫力・圧迫時間を検討するため、健常成人を対象に圧迫力、圧迫時間を機械的に変化させ繰り返し測定することにより、それぞれの CRT に対する影響を検討した。

(3). 実臨床での CRT 測定を想定し、(1). (2). の結果も踏まえて小型測定装置の開発を行った。これまでの検討から、小型測定装置においてフィードバック機能が有効である可能性が示唆されたため、フィードバック機能の有用性評価を行った。

(4). これまでに作成した CRT 測定装置を用いて、透析患者を対象に CRT の測定を行った。透析前、透析開始 1 時間後・2 時間後・3 時間後、透析終了後に CRT の測定を行った。透析前後は両上肢、透析中は非シャント肢で測定し、測定は 3N の力で 3 秒の測定と、5N の力で 3 秒の測定をそれぞれ 5 回ずつ行った。10 回測定の中央値を CRT の代表値として扱った。

4. 研究成果

(1). 測定装置による圧迫および開放を行い、荷重-色調変化を計測した。爪床の色調変化は、カラーセンサにより赤・緑・青の3色の色調変化として記録される。最も変化率が大きい緑を解析に使用する事とした。また、爪床の色調変化を正規化、圧迫中の色の安定値を0%，解放後の色の安定値を100%とした。色の回復曲線における10%から90%の時間差分をCRTとする¹⁾ (図1)。

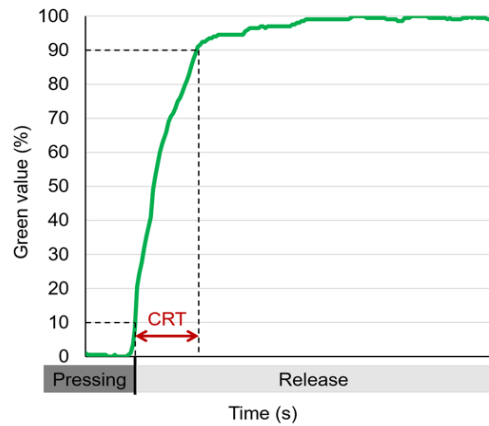


図1 CRTの定義

(2). 実験装置を用い、健常成人31名を対象に圧迫力、圧迫時間を変えながら検討を行った。

圧迫力に関しては、1Nと3-7Nでは有意差を認めた。3-7Nの間ではCRT値に変化は認められなかった。7N以上では疼痛を感じる人もいたため、それ以上の測定は行わなかった¹⁾ (図2)。

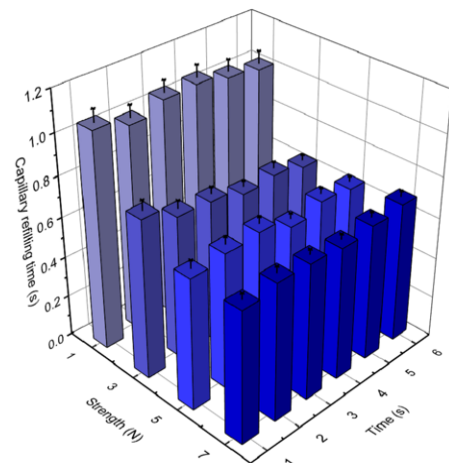


図2 各測定条件におけるCRT値

(3). これまでの研究を踏まえ、実臨床応用を想定し、フィードバック機能を有する小型CRT測定装置を開発した (図3)。フィードバック機能なしでは、41%が至適圧迫力(3~7N)の範囲外フィードバック機能ありでは、全測定が至適圧迫力の範囲内であり、圧迫力の測定者間誤差は有意 ($P<0.001$) に減少した。また、圧迫時間に関してもフィードバック機能なしでは、12%で圧迫時間が不十分であり、フィードバック機能ありでは、全測定で圧迫時間が十分であり、圧迫時間の測定者間誤差も有意 ($P<0.01$) に減少した²⁾。



図3 フィードバック機能を搭載した小型測定装置

(4). 上記 CRT 測定装置を用い，透析患者 32 名を対象に測定を行った．透析中に経時的な CRT の変化はなく，除水を進めても CRT の変化は認められなかった³⁾ (図 4)．

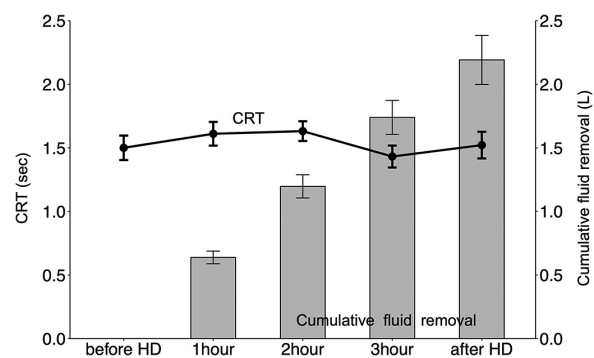


図 4 透析中の除水量と CRT の変化

<引用文献>

- 1) Kawaguchi R, et al. Crit Care 2019; 23: 4
- 2) Shinozaki M, et al. Crit Care 2019; 23: 295
- 3) Kawaguchi R, et al. Am J Emerg Med. 2022; 60: 187-8

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1 . 著者名 Rui Kawaguchi, Taka-aki Nakada, Taku Oshima, Masayoshi Shinozaki, Toshiya Nakaguchi, Hideaki Haneishi Shigeto Oda.	4 . 巻 23
2 . 論文標題 Optimal pressing strength and time for capillary refilling time.	5 . 発行年 2019年
3 . 雑誌名 Critical Care	6 . 最初と最後の頁 4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s13054-018-2295-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1 . 著者名 Masayoshi Shinozaki, Taka-aki Nakada, Rui Kawaguchi, Yuichiro Yoshimura, Toshiya Nakaguchi, Hideaki Haneishi, Shigeto Oda.	4 . 巻 23
2 . 論文標題 Feedback function for capillary refilling time measurement device.	5 . 発行年 2019年
3 . 雑誌名 Critical Care	6 . 最初と最後の頁 235
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s13054-019-2570-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1 . 著者名 Rui Kawaguchi, Taka-Aki Nakada, Noriyuki Hattori, Keisuke Tomita, Daiki Saito, Masayoshi Shinozaki, Toshiya Nakaguchi	4 . 巻 60
2 . 論文標題 Intravascular fluid also affects results: No prolongation of capillary refill time by removal of excessive fluids by hemodialysis	5 . 発行年 2022年
3 . 雑誌名 Am J Emerg Med.	6 . 最初と最後の頁 187
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ajem.2022.06.026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1 . 発表者名 川口留以, 中田孝明, 大島拓, 篠崎真良, 中口俊哉, 羽石秀昭, 織田成人	
2 . 発表標題 CRT測定における爪床の至適圧迫条件の検討	
3 . 学会等名 第34回日本救命医療学会総会・学術集会	
4 . 発表年 2019年	

1．発表者名 川口留以，中田孝明，篠崎真良，中口俊哉，織田成人
2．発表標題 Capillary Refilling Time(CRT) 測定装置の開発とCRT標準測定方法確立の試み
3．学会等名 第21回日本臨床救急医学会総会・学術集会
4．発表年 2018年

1．発表者名 川口留以，中田孝明，篠崎真良，中口俊哉，織田成人
2．発表標題 救急患者におけるCapillary Refilling Time (CRT) 測定の精度向上に向けて
3．学会等名 第46回日本救急医学会総会・学術集会
4．発表年 2018年

1．発表者名 川口留以，中田孝明，大島拓，篠崎真良，中口俊哉，羽石秀昭，織田成人
2．発表標題 Capillary Refilling Time(CRT) 測定装置の開発とCRT標準測定方法確立の試み
3．学会等名 第33回千葉集中治療研究会
4．発表年 2018年

1．発表者名 川口留以，中田孝明，篠崎真良，中口俊哉，織田成人
2．発表標題 Capillary Refilling Time(CRT) 測定装置の開発とCRT標準測定方法確立の試み
3．学会等名 第21回日本臨床救急医学会総会・学術集会
4．発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------