

研究報告



心室性頻拍を β 遮断薬によりコントロールしリハをすすめた症例における心拍数減衰応答(T30)を用いた副交感神経活動評価の試み

山下 豊¹⁾・坂田成一郎²⁾・堀場充哉¹⁾・水谷 潤¹⁾・和田郁雄¹⁾

【要 旨】

運動後の心拍数減衰は運動中に抑制されていた副交感神経活動の再興奮を反映するとされ簡便な自律神経評価法として臨床応用できる可能性がある。今回、心室性頻拍によりリハビリテーション遂行に困難をきたしていた症例に対して β 遮断薬投与前後に運動後心拍数減衰応答(T30)を用いて評価を試みた。その結果、T30は β 遮断薬投与前に903、投与後に423へと変化が認められた。また同時期に施行されたホルター心電図から心拍変動解析を行った結果、副交感神経活動の指標とされるHF成分の平均振幅とパワースペクトルは β 遮断薬投与前に13.1ms, 3.04125ms²、投与後に18.8ms, 5.77719ms²へとそれぞれ変化が認められた。T30の変化は心拍変動解析によるHF成分の変化と一致しておりT30は副交感神経活動を反映しうると考えられた。

キーワード：副交感神経活動，心拍数減衰応答(T30)，心拍変動解析

はじめに

運動後の心拍数減衰は諸家により検討されているが、そのなかでもImaiら¹⁾により報告された心拍数減衰応答(T30)は運動中断後の心拍数の回復過程を30秒間記録するだけのもので臨床の場で簡便に評価しうる指標である。運動後の心拍数減衰は運動中に抑制されていた副交感神経活動の再興奮によるものと考えられている。一方、交感神経緊張状態の持続はペースメーカー電流の増強などを介して心筋の自動能を亢進させ、それは致死性の心室性不整脈や突然死を誘発する因子として指摘されており、リハビリテーションの阻害因子のひとつと考えられる。副交感神経はそれに対して拮抗的に作用していると考えられ、運動後の心拍数減衰を評価することは不整脈を有する症例におけるリハビリテーション上のリスク管理になりうる。そこで今回、心室性頻拍によりリハビリテーション(以下リハ)遂行に支障をきたしていた症例に於いて β 遮断薬投与前後にT30を測定した結果、興味深い知見が得られたので報告したい。なおこの報告にあたり対象とさせていただいたご本人、ご家族より同意を得ている。

症例

年齢：60代，性別：男性，診断：心室性頻拍・開胸術後合併症・脊髄梗塞による不全対麻痺・廃用症候群

3月に胸部人工血管置換術施行，その後，呼吸不全，脊髄梗塞などの術後合併症によりICU長期管理となった。ICU在室中に心室性頻拍(以下VT)が複数回認められ抗不整脈薬(リスモダン)でコントロールしていたが，コントロール不良なときには除細動で対応していた。6月に一般病棟へ転棟し徐々に離床を進めたが，対麻痺および廃用，また感染症の問題もありリハの進歩は緩徐であった。10月ごろより歩行器やロフトランド杖を使用した歩行が獲得されてきた。11月下旬に施行したホルター心電図にて運動負荷とは無関係なタイミングで心室性期外収縮(以下VPC)6連発が記録され，抗不整脈薬(メキシチール)が再開された。しかし翌年1月上旬に施行したホルター心電図ではリハ室における歩行運動直後に心拍数(以下HR)200beats/minに達する頻拍性のVTが2分間持続したことを認め，抗不整脈薬のなかでも高強度の塩酸アミオダロン(アンカロン)に変更された。しかし1月下旬の歩行運動直後に再びHR200beats/minに達する頻拍性VTの1分間持続を認めたため， β 遮断薬(テノーミン)が追加投与された。 β 遮断薬

1) 名古屋市立大学病院リハビリテーション部

2) 名古屋市立大学医学部大学院臨床病態内科学

投与後は安静時・運動時ともに心拍数が著しく低下し、VTの出現は認められなくなった。

症例

年齢：60代，性別：男性，診断：心室性頻拍・開胸術後合併症・脊髄梗塞による不全対麻痺・廃用症候群

3月に胸部人工血管置換術施行，その後，呼吸不全，脊髄梗塞などの術後合併症によりICU長期管理となった。ICU在室中に心室性頻拍（以下VT）が複数回認められ抗不整脈薬（リスモダン）でコントロールしていたが，コントロール不良なときには除細動で対応していた。6月に一般病棟へ転棟し徐々に離床を進めたが，対麻痺および廃用，また感染症の問題もありリハの進歩は緩徐であった。10月ごろより歩行器やロフトランド杖を使用した歩行が獲得されてきた。11月下旬に施行したホルター心電図にて運動負荷とは無関係なタイミングで心室性期外収縮（以下VPC）6連発が記録され，抗不整脈薬（メキシチール）が再開された。しかし翌年1月上旬に施行したホルター心電図ではリハ室における歩行運動直後に心拍数（以下HR）200beats/minに達する頻拍性のVTが2分間持続したことを認め，抗不整脈薬のなかでも高強度の塩酸アミオダロン（アンカロン）に変更された。しかし1月下旬の歩行運動直後に再びHR200beats/minに達する頻拍性VTの1分間持続を認めたため，β遮断薬（テノミン）が追加投与された。β遮断薬投与後は安静時・運動時ともに心拍数が著しく低下し，VTの出現は認められなくなった。

方法

心拍数減衰応答（T30）の算出方法はImaiらの方法を採用した。すなわちモニター心電図にて運動中断時点よりR-R間隔からbeat by beatの心拍数を求め30秒間の時系列データとし（図1），そのデータを自然対数に変換後一時回帰直線を求め，その係数の絶対値の逆数を時定数T30とした（図2）。運動後心拍は経時的に減衰するため一時回帰直線は右下がりの負の係数になる。そこで係数の絶対値の逆数をT30として採用し，T30の値が小であるほど心拍の回復が速いことを表している。運動負荷はPT室内連続200mの自由歩行とし，β遮断薬投与前後で同様に施行した。モニター心電図は日本光電製WEP-4202を用いた。また同時期に施行した24時間ホルター心電図より覚醒安静時1時間のデータを抽出し心拍変動解析を行い高周波成分（HF）の振幅，高周波成分のパワースペクトル（HF

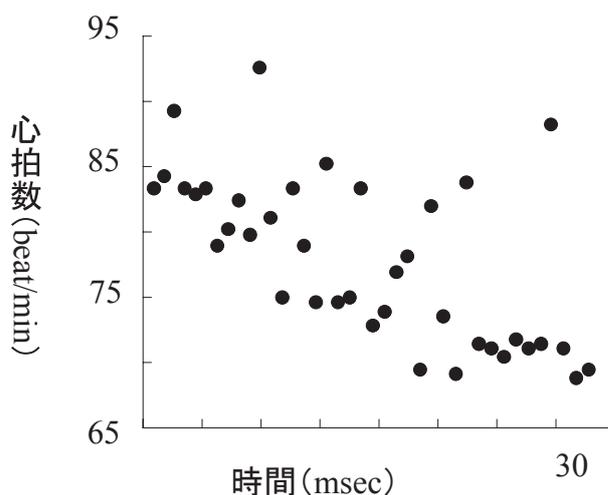


図1 運動中断後30秒間の心拍数の経時的変化

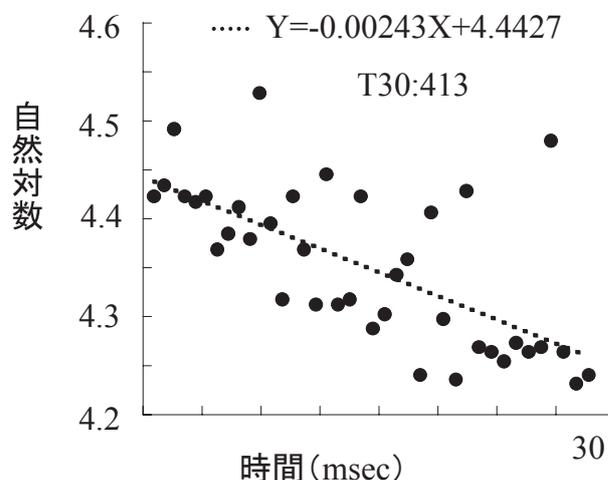


図2 心拍数を自然対数に変換し求めた一次回帰直線

power) および低周波成分（LF）のパワースペクトル（LF power）とHF powerの比（LF/HF）を求め，T30との関連を調査した。心拍変動解析には早野ら²⁾⁴⁾⁸⁾が考案したcomplex demodulation法を組み込んだプログラムを用いた。

結果

β遮断薬投与前後での各パラメータの変化を以下に示す。

1) 安静時および200m歩行終了直後と歩行終了後30秒時の心拍数

安静時心拍数は覚醒安静時1時間のホルター心電図より得られた平均R-R間隔より求めた。β遮断薬投与前が88beats/min，投与後が59beats/minであった。200m歩行終了直後の心拍数はβ遮断薬投与前が117beats/min，投与後が85beats/minであつ

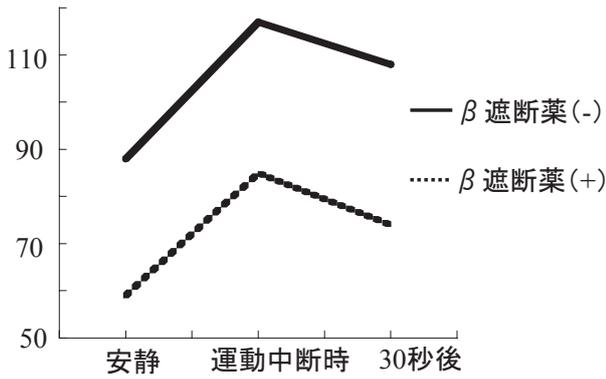


図3 安静時，運動中断時，運動中断30秒後の心拍数

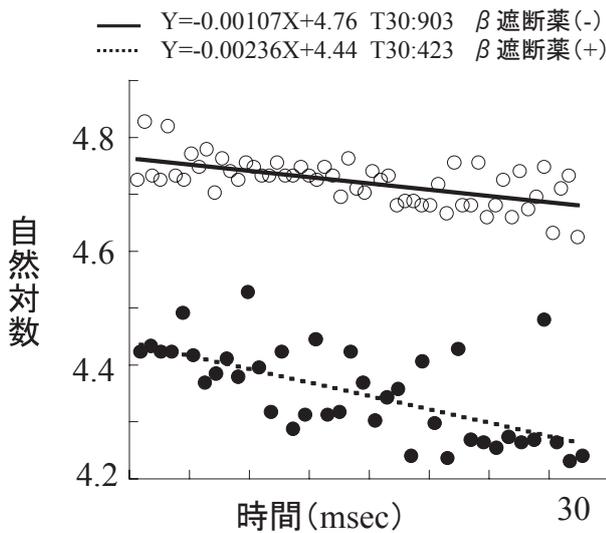


図4 β遮断薬投与の有無とT30

た．200m歩行終了後30秒時の心拍数はβ遮断薬投与前が108beats/min，β遮断薬投与後が74beats/minであった(図3)．

2) 心拍数減衰応答(T30)

β遮断薬投与前が903，β遮断薬投与後が423であった(図4)．

3) 心拍変動解析

覚醒安静時1時間のホルター心電図より得られたR-R間隔の変動をプログラムにて解析したところ，HF成分の平均振幅はβ遮断薬投与前が13.1msec，β遮断薬投与後が18.8msec，HF powerはβ遮断薬投与前が3.04125ms²，β遮断薬投与後が5.77719ms²，LF/HFはβ遮断薬投与前が1.64163，β遮断薬投与後が0.15130であった(表1)．

表1 ホルター心電図1時間データより得られた心拍解析

	β遮断薬 (-)	β遮断薬 (+)
HF amplitude (msec)	13.1	18.8
HF power (msec ²)	3.04125	5.77719
LF/HF	1.64163	0.15130

考察

心室性頻拍の発生機序には自動能異常，撃発活動，リエントリーがあるが，そのいずれの機序にも交感神経活動の亢進は促進的に作用する³⁾．一方，β遮断薬は心臓交感神経のレセプターであるβ受容体を遮断することにより交感神経活動を抑制し，相対的に副交感神経活動を優位にする．そのためβ遮断薬投与により安静時・運動時ともに心拍数の低下，血圧の低下傾向を示す．また同様の機序により運動後心拍も交感神経活動が抑制されることにより副交感神経が早期に活動有意になるため，その減衰も速まることが考えられる．心拍数は運動負荷中断により指数関数的に減衰するとされており，Imaiらが考案したT30はそれを対数変換することで一時回帰直線とし分析を容易にしている．しかし運動後の心拍数減衰は運動中に抑制されていた副交感神経活動の再興奮を反映するという意見と，骨格筋のクレアチンリン酸の回復時間と高い相関を示すことから有酸素機能の指標であるという意見とがあり，その臨床的意義が確定していない面があることも事実である．そこで本症例のようにβ遮断薬投与前後でその違いを検討することは副交感神経活動の変化を評価するには最適であると考えた．今回の結果によるとβ遮断薬投与により運動後の心拍回復が速まり，投与前後でT30は903から423へ改善し，すなわちT30は運動中断による副交感神経再興奮が高まったことを反映していると考えられる．また同時期に施行したホルター心電図より得られた覚醒安静時のHF成分の平均振幅が13.1msecから18.8msecへ増大，HF powerが3.04125ms²から5.77719ms²へ増大していた．これらの指標は安静時の副交感神経の活動レベルを反映するとされており，したがってβ遮断薬投与後は安静時の副交感神経活動が相対的に高まっていることが推察された．さらに交感神経の活動レベルを反映する可能性があるLF/HFが1.64163から0.15130へ低下した．したがってT30は覚醒安静時のホルター心電図より解析された心拍変動解析との整合性があり，交感神経抑制による副交感神経活動の優位性を表現できる可能性が考えられた．佐藤らは安定期の急性心筋梗塞症例においてβ遮断薬投与群と非投与群で嫌気性代謝閾値(AT)レベルの定負荷運動後のT30を比較検討しβ遮断薬投与群がより心拍数減衰が速い⁵⁾ことを示しており我々の検討と同様の見解を導いている．本症例のリハビリテーション実施上におけるβ遮断薬の役割は心臓交感神経活動の高まりによる心筋虚血，ポンプ失調，不整脈の誘発を抑制し心臓イベ

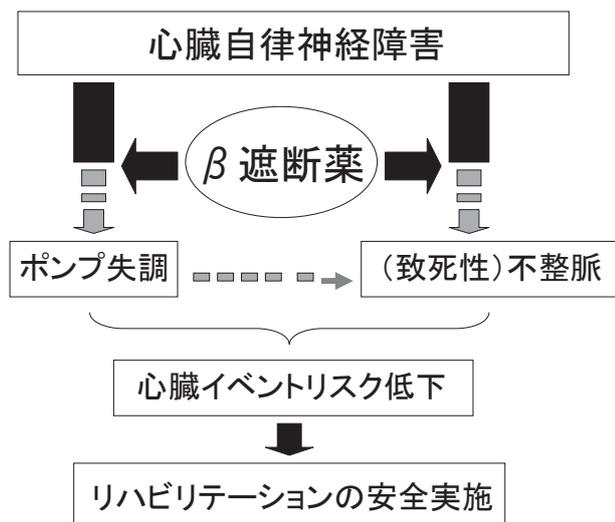


図5 リハビリテーション安全実施におけるβ遮断薬の役割

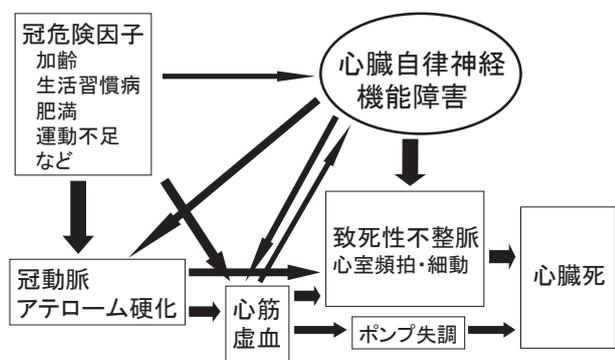


図6 自律神経障害と病態・疾患 (早野)

ントリスクを低下させ安全にリハビリテーションを実施可能にすることであり、T30はその安全性を反映したのではないかと考えられた(図5)。次に運動後の心拍数減衰過程が自律神経、なかでも副交感神経の反射的興奮機能を反映しているとすればそれを評価していく意義について考察する。Christopherらは最大運動負荷後1分間の心拍数減衰が生命予後と関連し⁷⁾、それは最大仕事量(peak watt)から独立した因子であることを報告している。また早野らは自律神経機能、なかでも副交感神経機能が障害されると心室頻拍や細動のような致死性不整脈の抑制障害をきたし突然死のリスクが高まる⁸⁾ことを指摘している(図6)。Huikuriらは冠動脈バイパス術後例に於いてホルター心電図のSDNN (standard deviation of the NN interval) を分析したところ値が小さい(揺らぎが小さい)群ほどその後の冠動脈径が狭小化している⁸⁾ことを報告している。したがって副交感神経活動が低い状態は突然死のリスクが高まるばかりでなく動脈硬化

の進展も起こりうると考えられ、様々な血管病変にも関連する可能性がある。今後、T30の副交感神経の反射的活動指標としての妥当性について症例を重ねて検討したい。

まとめ

1. 心室性頻拍をβ遮断薬でコントロールしリハを進めた症例に対して運動後心拍数減衰応答(T30)を用いて副交感神経活動の評価を試みた。
2. β遮断薬投与前後でT30は著明な変化を示した。
3. T30は同時期に施行した24時間ホルター心電図より抽出した覚醒安静時のHF成分の振幅と整合性がみられた。
4. 本症例においてT30は交感神経抑制による副交感神経活動の優位性を反映しうると考えられた。

本論文の要旨は第21回東海北陸理学療法士学術大会で報告した。

【参考文献】

- 1) Katsuji Imai et al: Vagally Mediated Heart Rate Recovery After Exercise Is Accelerated in Athletes but Blunted in Patients With Chronic Heart Failure. JACC 24 6:1529-1535, 1994
- 2) 早野順一郎・他：自律神経機能を知る上での心拍変動解析. 循環器科 54 (2) : 103-112, 2003
- 3) 濱部 晃・他：心室頻拍と自律神経. 循環器科 54 (2) : 126-137, 2003
- 4) 坂田成一郎・他：パワースペクトル解析. 循環器科 46 (5) : 473-478, 1999
- 5) 佐藤真治・他：β遮断薬服薬下の心筋梗塞患者における運動終了後の副交感神経再興奮(T30). 体力科学(12) : 808, 2001
- 6) 佐藤真治・他：冠動脈バイパス術後患者の運動後副交感神経再興奮機能の回復過程. 心臓リハビリテーション 8 (1) : 78-81, 2003
- 7) Christopher R Cole et al: Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. New England J Med 341(18):1351-1358, 1999
- 8) 井上 博：循環器疾患と自律神経機能, 第2版, 医学書院, 2001