

学生運動選手の睡眠の例

白水 重憲

要旨 都内某大学の体育学部で講義をしているが、この頃、講義で触れた内容に関して、「先生、自分たちのデータも見てみたいです。」との学生の声に嬉しい思いをしている。要望に応える形で測定した睡眠のいくつかの例を紹介し、午睡の長さも含め、彼らの理想的な睡眠に関して考えたい。

キーワード：睡眠、運動選手、午睡、疲労回復、自律神経活動

1. はじめに

近年、サッカー選手の試合中の心臓トラブルが世間の注目を集めている。若い選手の場合、安静時心拍数は50程度であるのに、試合中は180近くまで増加し、それが45分間継続する訳である。最近、我々は、60歳以上の高齢者のサッカー試合（15分間ハーフ）において多数の選手の測定を行ったが、この場合では、試合間の休憩時と試合中の心拍数差は60程度であった。サッカーのみでなく、激しい運動或いは労働を行う人間には十分な疲労の回復と休養が必要である理由である。

疲労回復には、十分な長さの良質な睡眠が必要である。睡眠時に、副交感神経活動が増加し、交感神経活動が低下すれば、全身の動脈系は弛緩して柔らかくなり拡張する。四肢の末端まで十分な量の血液がもたらされ、それと同時に栄養分及び組織を修復する材料が末端組織に届けられる。一方、末端組織に蓄積した疲労物質や老廃物は取り除かれる。このようにして、十分な時間をかけて体は修復され、リフレッシュされる。

人体の熱の生成箇所はコア部であるが、良い睡眠時に流れる多量の血液は、その熱をも伝達する。従って、末端の温度は増加し、その分、コアの温度は低下

する。

我々の最近の研究では、睡眠中に呼吸の周波数との変動幅も顕著に低下する。昔から、良く寝ている態に関しては“すやすやと寝ている”等の表現がきてきたが、まさに呼吸周波数の低下を観察したものあろう。

スター選手の試合中の心臓停止というアクシデンを経験した、イギリスプレミアムリーグのサッカーチームのボルトンワンダラーズから我々に調査依頼働きかけを頂いているのも、一つは、サッカー選手睡眠を把握し、疲労からの回復を確認したいというのである。

毎日激しい運動を行う運動選手にとっての望まし睡眠の姿を探る手始めとして、本報では、都内某大体育学部での授業の一環として測定した大学生運動選手の睡眠挙動を示す。

2. 測定と解析

本調査には、超小型の身体活動・自律神経活動の定装置（通称バイオセンサー、M-BIT（株）RIE）を用いた。2つの電極を使用して体に貼り付ける。この電極の間の電圧を測ることで心臓の電気的狀態（心図）を測定し、心臓が収縮するタイミングを測定し心拍数・呼吸周波数・自律神経活動の指標を求める心臓の位置、向きは、個人により千差万別なので、

り付ける時は、最適の位置（心臓の拍動の感じられる場所）を探し、そこに貼る必要がある。

3. 解析結果の一般的説明

図1（学生にありがちな睡眠例）を例に解析結果を説明する。この図は、水平方向に8つの区画に分割されている。

最上段は、心電図（黒色）及び3軸方向の加速度（垂直方向：赤、前後方向：緑、左右方向：青）の生波形である。ここに表示しているのは45秒程度のスナップショットである。左端をスタートとして、最初の赤の垂直線が10秒、次の赤の垂直線が20秒、青の線が30秒、最後の赤の線が40秒を示す。黒色の波形の上向きのピークの位置が心臓が収縮するポイント（Rピーク）であり、この位置に重ねて描かれている緑の垂直線は、Rピークの位置が正確に検出されている事を示している。

次段はこのRピークの間隔であるRR間隔である。上の波形と左端のスタートの時刻は同じであり、赤と青の垂直線の意味も同じである。60秒後の青い垂直線までが描かれている。解析する際は、これ

らの図の間にあるスクロールバーを動かす事で、全範囲のデータを確認し、Rピークが正しく検出されている事を確認し、おかしな領域は除去することができる。こちらの表示範囲は、240秒弱である。

波形のスナップショットを見るためのこれら上側2段の図とは異なり、3番目以降の図は測定した全範囲の解析結果を示している。

3番目のグラフは、交感神経活動（赤）と副交感神経活動（青）の指標の1分間ごとの値である。

4番目のグラフは、2番目のグラフと同じRR間隔（緑）を全体に亘り示したものと、“60/R間隔”として求められる瞬時心拍数（青）である。

5番目のグラフは、呼吸の周波数（青）とその1分間当たりの変動幅（緑）である。一般に、安静覚醒時の健全な成人の呼吸周波数は0.3 Hz程度である。睡眠時は、これが0.2 Hz程度まで低下し、運動時は増加し、運動強度が激しいと0.8 Hz程度にまでなる。

6番目のグラフは、皮膚温度（ピンク）と、体幹の加速度の変動として求めた身体活動量（赤）である。ここでは、活動量は1分間当たりの値を消費エネルギーに換算して表示している。

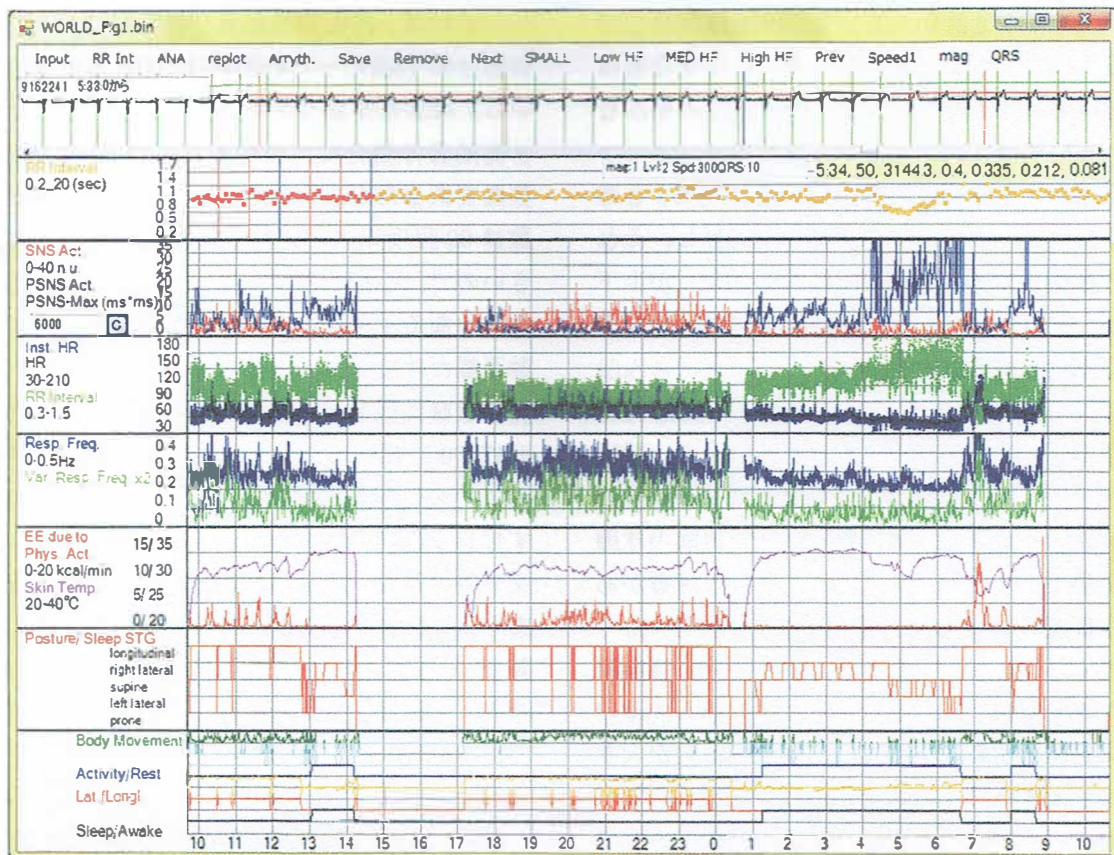


図1 学生にありがちな睡眠例

7番目のグラフは姿勢の変化を示している。

8番目のグラフは、睡眠・覚醒を推定するものであるが、更に8つに分かれている。最初(緑)は1分間毎の微小体動の挙動を示し、次はそれをある閾値で活動と非活動の1分間に分別している。これらをグループ化して(3段目)、4段目の青は非活動と活動の1分間の集合体を示す。5から7段目は姿勢に対して同様の事を行い、7段目(赤)は横になった姿勢の集まりを示す。4段目(青)の活動・非活動の挙動と7段目(赤)の姿勢の挙動により、睡眠・覚醒の判定をする(8段目、黒)。

4. 学生にありがちな睡眠例

図1に、学生にありがちな睡眠例を示す。体育学部の学生であるので、午後は講義がなく、クラブの練習となる。睡眠覚醒を示す一番下のグラフの一番下の黒いデータ(Sleep/Awake)を見ると、13時から14時過ぎ、1時過ぎから7時前及び8時から9時前の3つの睡眠領域がある。

運動選手の場合は8時間以上の睡眠が必要といわれているが、学生たちの多くは夜の主睡眠の睡眠開始時刻が1:00前後になってしまふ。そして、朝の練習がある為に7:00前に起きる。従って、睡眠時間は6時間程度になってしまふ。これを補う為に、学生たちは殆ど皆、昼食後の13:00から14:00にかけて本格的な午睡を行っている。

装置の装着は、1時限目の私の講義中である。2時限目の講義の時間中は、時折、活動量が上昇し、それに伴い、呼吸周波数とRR間隔(瞬時心拍数)が上下する。12:30頃の昼食終了まで、副交感神経活動も大きい、交感神経活動も大きい。

12時半頃から副交感神経活動が増加し、交感神経活動が低下し、RR間隔の増大、心拍数の減少、呼吸周波数とその変動幅の減少、皮膚温度の増加が見られる。13:00頃から午睡に入っている。良い睡眠の状態と言える午睡である。14:00以降はクラブの練習がある為にM-BITを一旦外している。

17時過ぎにM-BITを再度装着している。18時頃深くリラックスするか、少し眠たかった様である。その後は、副交感神経活動が小さく、交感神経活動が大きく、それほど大きくはないが身体活動も続いている。呼吸周波数とその変動幅も大きい。アルバイトをしていたのかも知れない。

0時半ころに入浴の為に再び外し、午前1:00前に再び装着したときは、既に副交感神経活動が大きく、交感神経活動が小さい。もう眠りたい様である。1時過ぎから7時前までの主睡眠は、副交感神経活動が増加し、交感神経活動が低下し、RR間隔の増大、心拍数の減少、呼吸周波数とその変動幅の減少、皮膚温度の増加が見られ、質の良い睡眠と思われる。

7:00からの朝の練習の後、8時頃に急激に副交感神経活動の増加と交感神経活動の減少が見られる。短い時間であるが、質の良い睡眠となっている。この睡眠後、電極が外れてしまい、データは測定できていない。

これらの3つの睡眠時間を合計しても8時間弱で、睡眠の質は良いが、長さが不十分と思われる。

5. クラブの練習中まで測定してくれた例

図2はクラブの練習中まで測定してくれた例である。この図に示したデータの場合、装着後14:00頃までは副交感神経活動も交感神経活動も両方とも大きい。14:00から15:00過ぎまで副交感神経活動が更に大きくなり、交感神経活動が小さくなっている。眠くなったものと思われるが、午睡はしていない。

15:30頃から活動量が増加し、RR間隔は大きく減少、心拍数と呼吸周波数及び変動幅は大きく増加している。60程度だった心拍数は、180程度まで増加している。練習時や試合中の負担の大きさが良く判る。

高齢者の場合は試合中と試合間との心拍数差は60程度であったが、大学生運動選手の場合、安静時心拍数は60程度以下、練習や試合時の活動強度はより大きいので、心拍数の増加は安静時心拍数の倍程度まで大きくなる。今後は、彼らの試合の際の移動速度や移動距離だけでなく、心拍数も測定できるように、測定方法及び装置を工夫したい。

17:00に運動が激しくなったところで、M-BITが外れている。0:30前にM-BITが再装着されているが、すでにRR間隔と副交感神経活動は大きく、心拍数、交感神経活動、呼吸周波数とその変動幅は小さくなっている。0:40頃に睡眠開始、8:20に睡眠終了で、7時間40分程度の良質な睡眠が得られている。午前中は講義、午後はクラブの練習、しかし、人生はそれだけではない現代の学生にとって、この当たりが理想的な生活と睡眠なのかも知れない。できれば、夜1時間か、2時間か、もっと早く寝てほしいのであるが・・・。

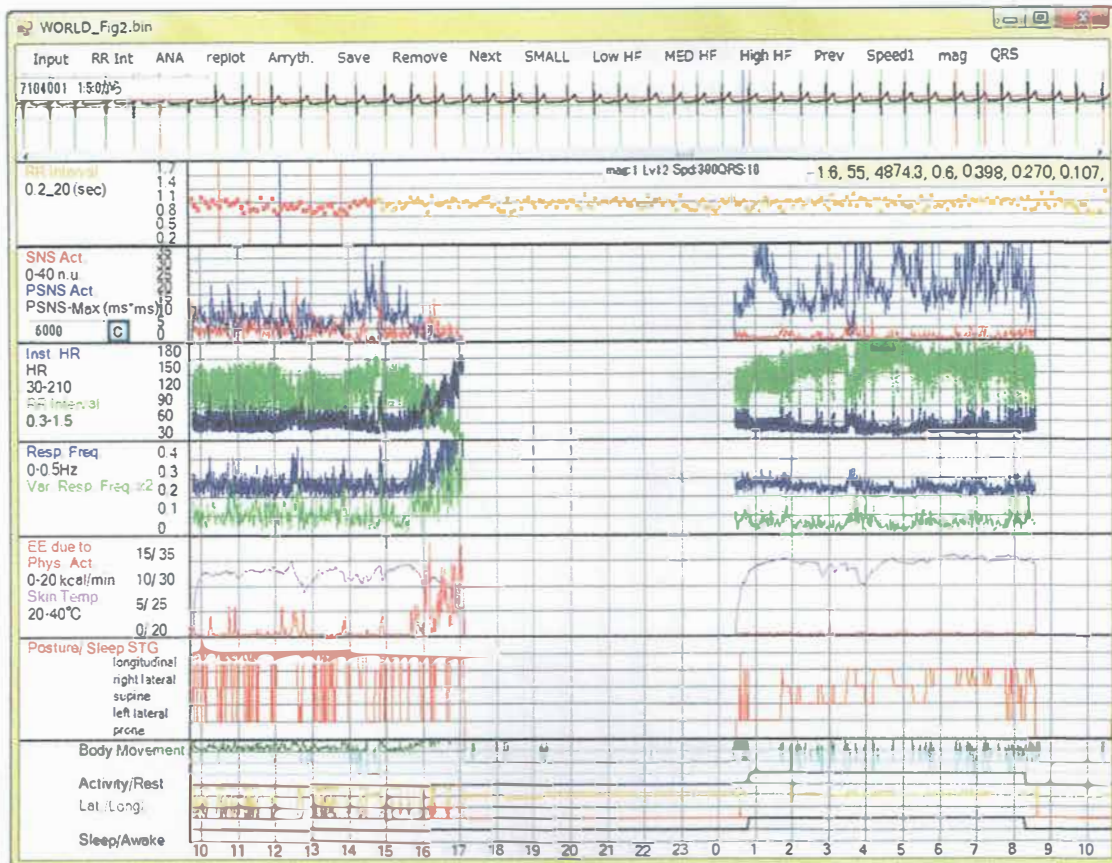


図2 クラブの練習中まで測定してくれた例

6. “睡眠としては十分、でも？”の例

図3 (“睡眠としては十分、でも？”の例)の被験者も、13時から14:20頃までは体動と姿勢からみて“午睡”と判定される。しかしながら、副交感神経活動とRR間隔は大きくなく、交感神経活動、呼吸周波数及びその変動幅はそれほど小さくない。あまり良い睡眠では無かったと思われる。

その分、夜の睡眠は質が良くて長い。1時前に装着してすぐ、交感神経活動と呼吸周波数及びその変動幅は小さくなり始め、RR間隔と副交感神経活動は増加を開始している。1時前には睡眠が始まり、10:40頃装置が測定を終了しても睡眠が続いていた様である。9時間40分程度の質の良い睡眠、睡眠時間としては十分、運動選手の睡眠はこうでなければ！というところである。しかしながら・・・、あれ？私の講義は木曜日、その次の日は金曜日、そういえば皆、起きて講義に出ていたぞ・・・。

7. 昼寝が長い例

図4 (昼寝が長い例)の被験者は、13時半頃から16時前まで2時間強の午睡ができた様である。RR間隔

は夜間の睡眠と同程度にまで大きくなり、皮膚温度も増加している。副交感神経活動は夜間の睡眠ほどは大きくないが、午睡に入る前と比較すると顕著に増加している。交感神経活動、呼吸周波数及びその変動幅は小さくなっている。質の良い睡眠が2時間強できている。

一方、眠くなりかけた23時前にM-BITを装着し、ベッドに入って寝る体制になっているが、雑誌を読むか何かして、1時までは眠れなかった様である。

1時に睡眠を開始し、交感神経活動は低下しているが、副交感神経活動とRR間隔は段階的に増加し、呼吸周波数の変動は小さくなっているが、呼吸周波数そのものは睡眠の開始時は0.3 Hz程度であり、徐々に小さくなっている。

夜の睡眠は6時間程度、合計して睡眠は8時間程度である。昼寝が長すぎると、夜の寝つきが悪くなるのかも知れない。

8. 昼寝が長すぎる例

図5 (昼寝が長すぎる例)は2時限目の講義で装着したラグビー部の3年生である。練習時間の関係で、

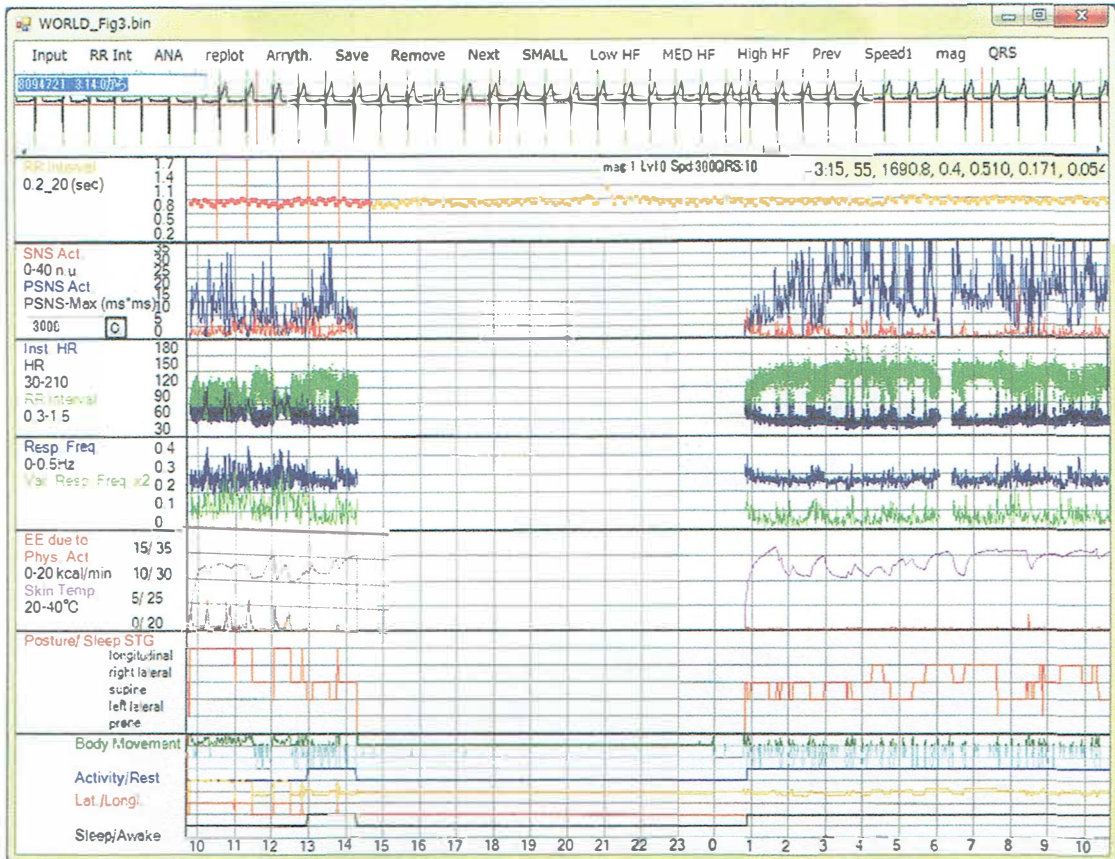


図3 “睡眠としては十分、でも？”の例

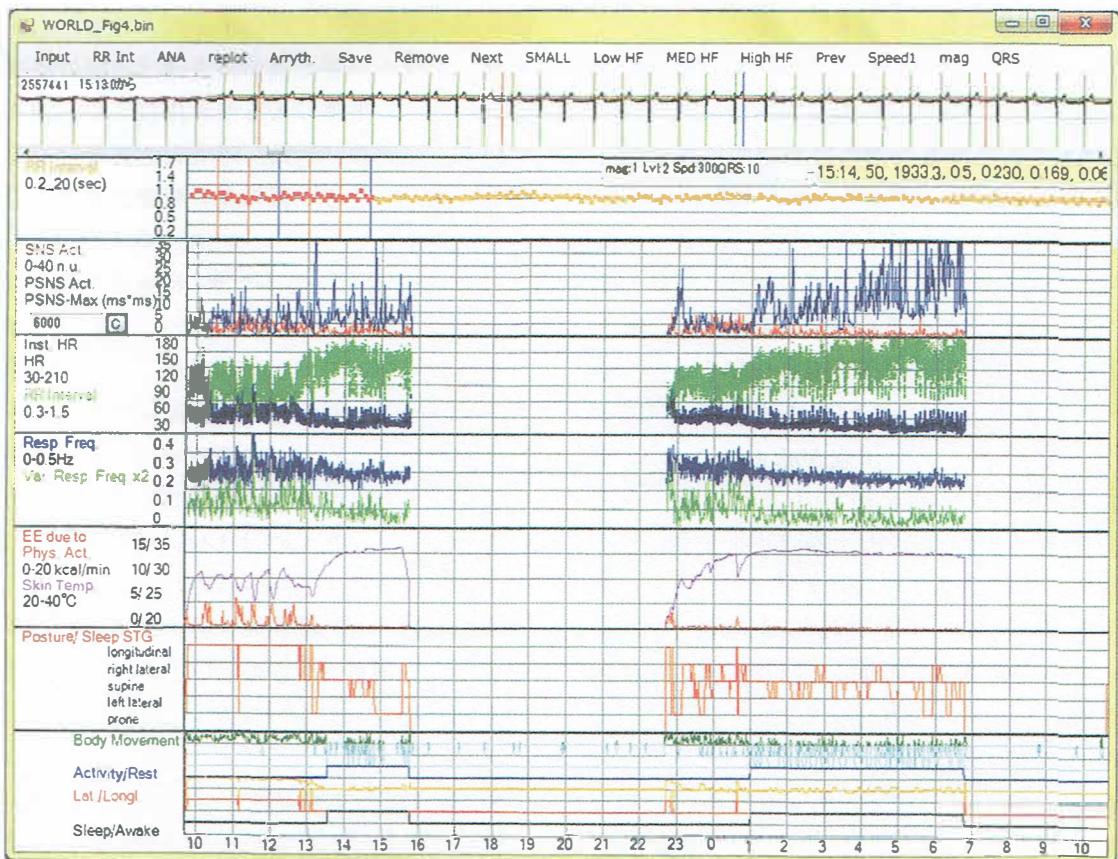


図4 昼寝が長い例

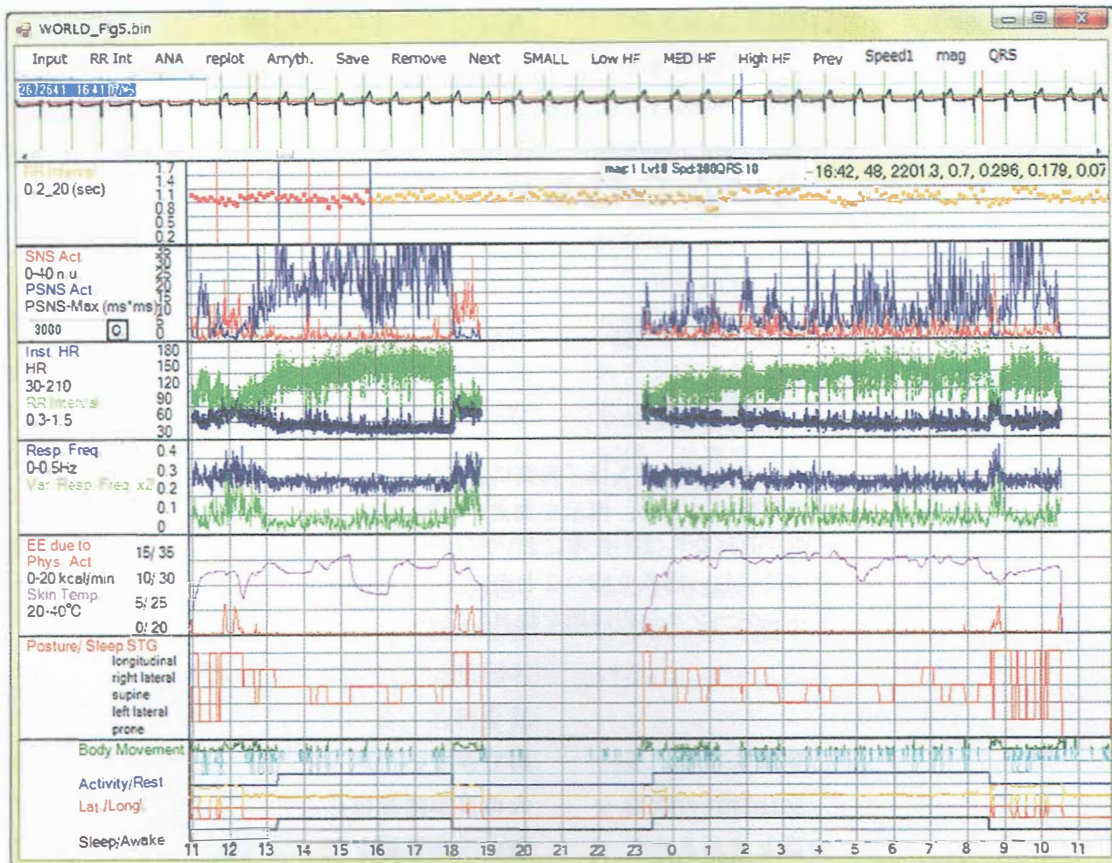


図5 昼寝が長すぎる例

13:20頃から4時間40分の午睡ができた様である。

この間、副交感神経活動とRR間隔は十分に大きく、交感神経活動と呼吸周波数及びその変動幅は小さく、この4時間40分の睡眠が、彼の場合24時間中の一番しっかりした、質の良い睡眠である。

その分、夜間の睡眠の質が低下している。夜の睡眠は23時半頃から9時間続いているが、交感神経活動と呼吸周波数の変動幅が大きく、副交感神経活動は小さく、RR間隔の増加と呼吸周波数の低下には時間がかかっている。これら5つの項目すべて、午睡のものに比べて劣っている。睡眠時間が長い割には、疲労回復効果はそれほどでは無かった可能性がある。

9. 理想的な睡眠時間と昼寝の長さ

長く質の良い睡眠は大事であるが、講義の時間も寝ているというのを薦める訳には行かない。

2時間以上の午睡を行うと夜間の寝つきが悪くなったり、睡眠の質が低下する様である。午睡は長くても1時間強で止めるのが良いと考える。

朝は体の調子が運動向きで無いので、朝練習は良くないという考え方もあるが、東洋的な価値観からは朝の練習は、精神・根性の面での価値があるとされるから、そう簡単には無くならないだろう。朝の練習をしようと思うならば、7時前に起きても、7時間強の睡眠が取れるように、23時過ぎには睡眠の準備に入って欲しいものである。7時間強の夜間の睡眠と1時間強の午睡で、8時間半程度の睡眠、これが今の私が学生諸君に望めるギリギリの希望である。

謝辞

2年生と3年生の全員の分の装置を間違いなく回収してくれた、3年生でラグビー部のK君に感謝致します。

参考文献

- 1) 白水重憲, 成澤 元, 片山宗哲他: 国際基準に基づいた睡眠ポリグラフ判定と超小型生体センサー (M-BIT) の測定データに基づく睡眠解析結果のケース比較. 全面発達の展開 2: 8-18, 2012.