

「スポーツ心肺ドック」

で何がわかるの？



独立行政法人国立病院機構西別府病院
スポーツ医学センター

Nishibeppu National Hospital

アスリートと自律神経

心臓の検査
(心肺運動負荷試験)で
自律神経機能が
わかる

Nishibeppu National Hospital

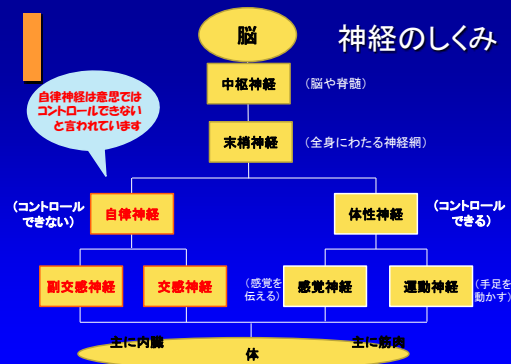
自律神経って何？



自律神経で
何かわかるの？

Nishibeppu National Hospital

神経のしくみ



Nishibeppu National Hospital

末梢神経系の分類

- 1) 体性神経
筋肉の神経
- 2) 自律神経
内臓の神経



Nishibeppu National Hospital

自律神経

自律 と書いているが
(自分で律する)

意志とは無関係に
働く



Nishibeppu National Hospital

自律神経

交感神経 — アクセル



副交感神経 — ブレーキ



Nishibeppu National Hospital

交感神経

興奮神経

アドレナリン
全開



Nishibeppu National Hospital

副交感神経

リラックス神経



Nishibeppu National Hospital

アスリートにとって
リラックスできなくなった状態が

“オーバートレーニング状態”
です



Nishibeppu National Hospital

疲れすぎて
リラックスできない

いわゆる
『疲れがとれない』状態です

だから
「慢性疲労症候群」
とも言っています



Nishibeppu National Hospital

オーバートレーニングとは
副交感神経の働きが悪くなり

リラックスできない状態
です



トレーニングしていなくても
“オーバートレーニング” と言っています

Nishibeppu National Hospital

副交感神経麻痺？ (機能不全)

自律神経なので

自分の意志で
コントロールできません

以前は
迷走神経
とも
言われていました



Nishibeppu National Hospital

迷走神経反射 (過剰反射)

逆に過剰に働きすぎて
困る状態



痛みなどの刺激などで
交感神経 ↑ (緊張) のあとに
迷走(副交感)神経 ↑↑ (過緊張)



Nishibeppu National Hospital

何を見たら
副交感神経の状態が
わかるの？

“心臓の拍動”
です



(ウソ発見器でもわかります)

Nishibeppu National Hospital

心臓の拍動

自律神経がコントロールしています
(内臓だから)

交感神経

脈拍
↑



副交感神経

↓



Nishibeppu National Hospital

心拍の拍動

(脈拍の変化)
をみていくと

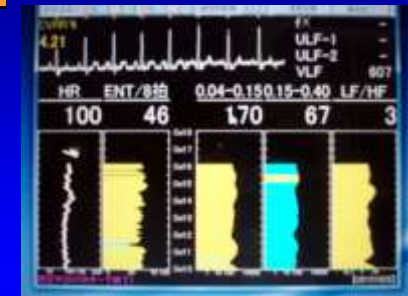
自律神経の状態
がわかる

HRV (Heart Rate Variability)
心拍変動解析

Nishibeppu National Hospital

リアルタイム心拍変動解析

これを使って運動負荷中の自律神経活性を測定します



Nishibeppu National Hospital

心肺運動負荷試験

(CPX)

をしながら

脈拍を

リアルタイムに測定すると
運動能力とともに

自律神経機能

がわかります

Nishibeppu National Hospital

心肺運動負荷試験CPX

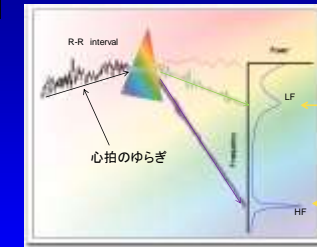
(Cardio Pulmonary Exercise test ; CPX)



大分合同新聞 平成27年1月17日

Nishibeppu National Hospital

心拍変動(HRV)解析とは



心拍は自律神経(交感神経、副交感神経)の影響で1拍毎にゆらいでおり、影響を与えている成分を取り出すことを心拍変動解析といいます。

Nishibeppu National Hospital

心拍変動解析から求めた自律神経指標

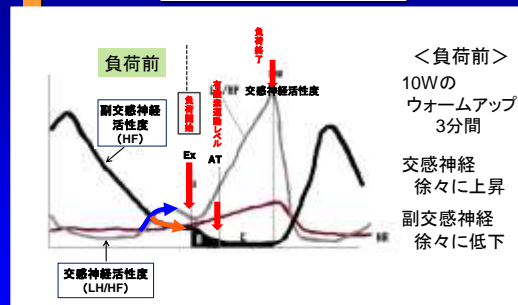
HF 心拍変動の高周波成分
(副交感神経活性を示す)

LF 心拍変動の低周波成分
(主に交感神経成分だが副交感神経からも影響される)

LF/HF 交感神経活性を表わす

Nishibeppu National Hospital

負荷前から変化する



緊張とかと関係 !?

Nishibeppu National Hospital

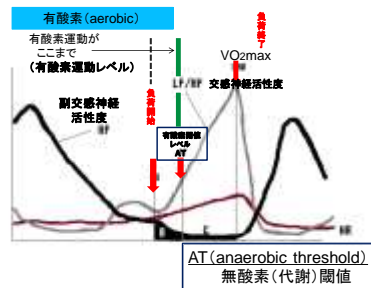
用語の説明

aerobic (エアロビック) 有酸素 好気性

anaerobic 無酸素 嫌気性

Nishibeppu National Hospital

有酸素運動レベル



Nishibeppu National Hospital

$\dot{V}O_{2max}$

最高酸素摂取量
(maximal oxygen intake)

本当はVの上に・(ドット)がついて
ブイ・ドット・オーツ・マックスと読む

スポーツにおける全身持久力の指標

一般の人 40 ml/kg/min
一流長距離選手 80 ml/kg/min

Nishibeppu National Hospital

心肺運動負荷試験CPXでは

有酸素運動レベルAT(有酸素運動能)
最大運動能力レベルpeakVO2(最高
酸素摂取量)

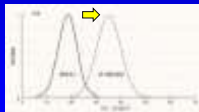
を測定します

どちらかと言うと
無酸素時
の評価

Nishibeppu National Hospital

トレーニング効果が判定できる

- ・トレーニングすると
ATやpeakVO2
が上昇してきます



(コンディションが悪いと低下します)

Nishibeppu National Hospital

乳酸との関係

「疲れる」≡ 乳酸がたまる?

どこに?

「筋肉」

Nishibeppu National Hospital

筋肉の種類

タイプⅠ

遅筋、赤筋と呼ばれる。

疲労し難く、持続的な運動に適している。

タイプⅡ

速筋、白筋と呼ばれる。

エネルギーの発生張力が大きく、瞬発的な運動に適している。

Nishibeppu National Hospital

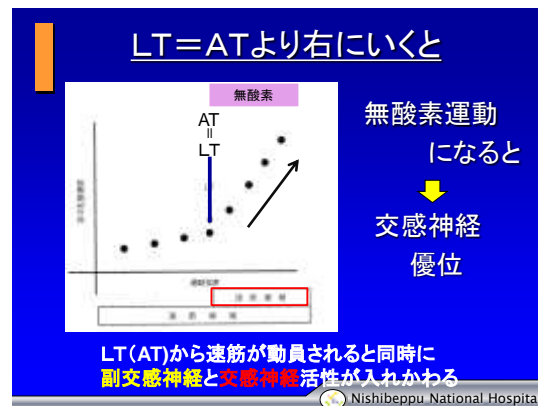
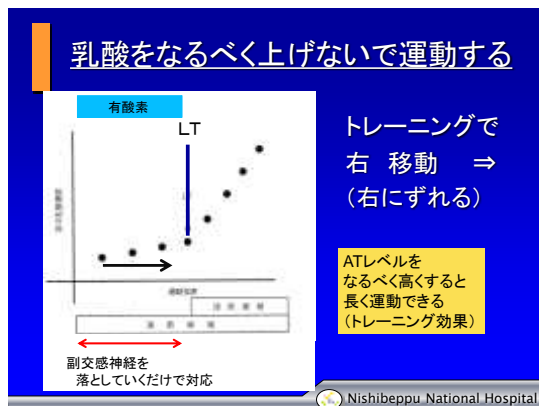
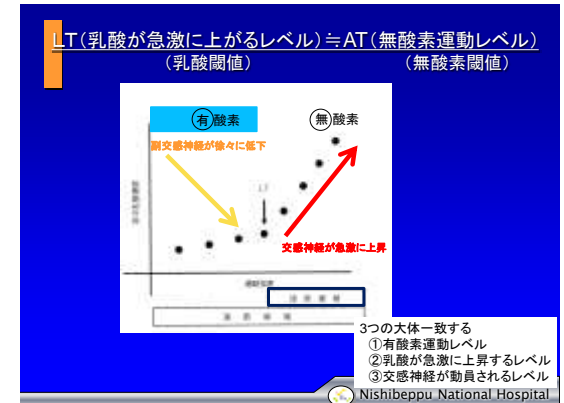


乳酸閾値
OBLA
 (Onset of Blood Lactate Accumulation)
 乳酸蓄積開始点

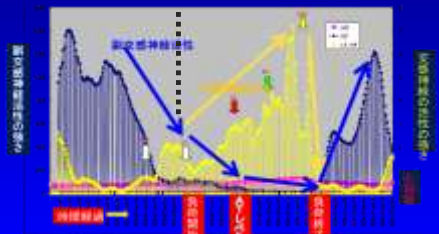
血中乳酸濃度 4mmol(ミリモル) と言われる
 通常 1ミリモル

速筋を使うと乳酸が上昇する

Nishibeppu National Hospital



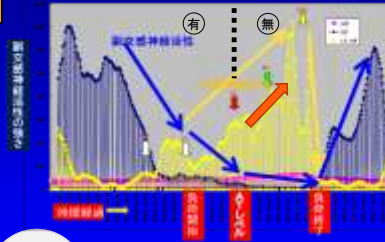
運動負荷前から自律神経は変化する



負荷開始前より
副交感 低下していく
交感 若干上昇

Nishibeppu National Hospital

ATレベルでの変化



運動強度の
低い間は
副交感神経
が徐々に
低下する

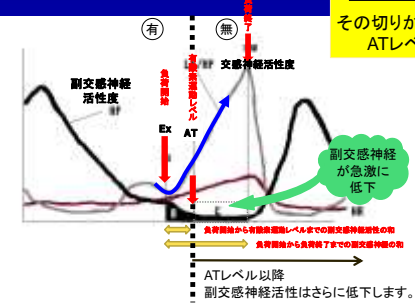
左 有酸素運動 副交感 ↓
右 無酸素運動 交感 ↑

運動強度が
上がり
その余裕が
なくなってきたら
交感神経を
活性化して
対応する

できるだけ低下
させない方がいい

Nishibeppu National Hospital

ATレベルでの変化



副交感+交感
その切りかわりが
ATレベル

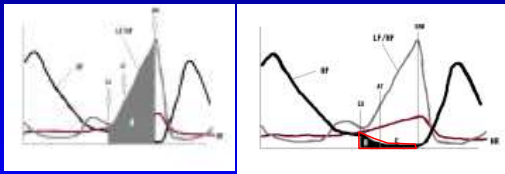
副交感神経
が急激に
低下

負荷開始から有酸素運動レベルまでの副交感神経活性の和
負荷開始から負荷終了までの副交感神経活性の和

ATレベル以降
副交感神経活性はさらに低下します。

Nishibeppu National Hospital

交感神経・副交感神経活性



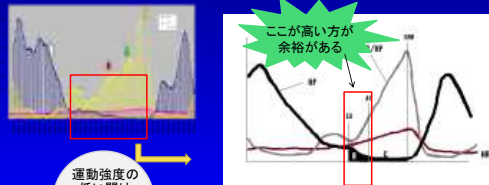
A: 負荷開始から終了までの
交感神経活性の和

交感神経活性度

副交感神経活性度

Nishibeppu National Hospital

有酸素運動時副交感神経活性度



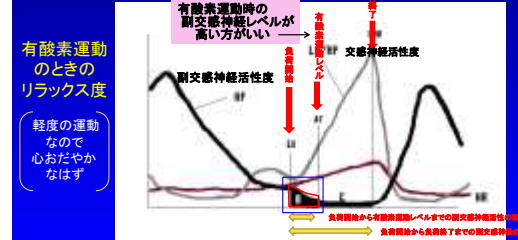
運動強度の
低い間は
副交感神経が
徐々に
低下する

ここが高い方が
余裕がある

B/B+C 負荷の開始から終了までの副交感
神経活性の和のうち有酸素運動部分の割合

有酸素運動時副交感神経活性度

Nishibeppu National Hospital

「有酸素運動時副交感神経活性度」
(B/B+C)とは？

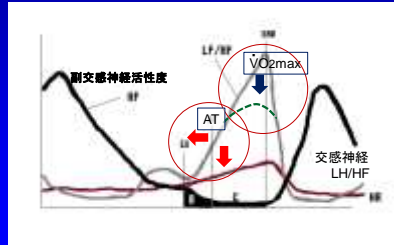
有酸素運動
のときの
リラックス度

軽度の運動
なので
心おだやか
なはず

有酸素運動で
どれくらい副交感神経が活性化していたかの割合 (B/B+C)

Nishibeppu National Hospital

いわゆる
オーバートレーニング状態では
運動能力そのものも低下しているが...
AT、VO₂maxの低下



Nishibeppu National Hospital

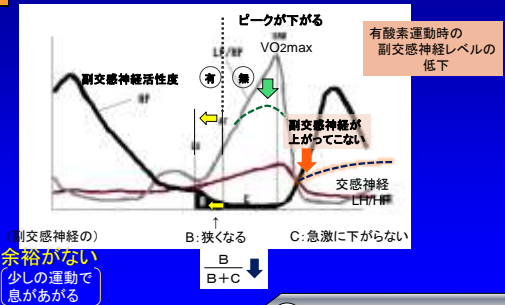
いわゆる
オーバートレーニング状態では
全て低下が見られる

	有酸素運動能AT ml/kg/min	最高酸素摂取量 ml/kg/min	有酸素運動時 副交感神経活性度	交感神経活性度
コントロール群 9例 22±10歳	22.5±5.6	38.3±7.1	0.96±0.1	1749±1499
オーバートレーニング群 13例 18±4歳	16.8±4.6	33.0±8.9	0.85±0.1	1315±874



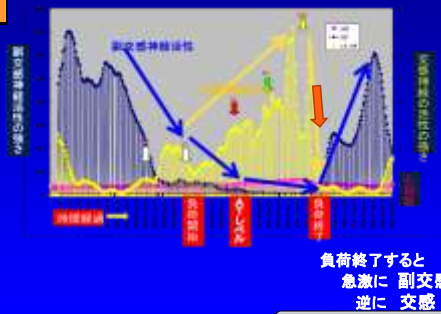
Nishibeppu National Hospital

オーバートレーニング状態では



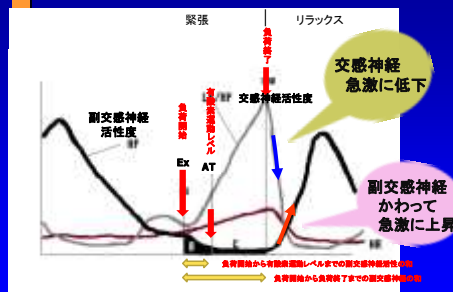
Nishibeppu National Hospital

負荷終了後



Nishibeppu National Hospital

負荷終了後



Nishibeppu National Hospital

脈拍が下がらない

運動終了したにもかかわらず

脈拍の低下
が遅れる状態

(いつまでもドキドキした状態が続く
で判断していた)

Nishibeppu National Hospital

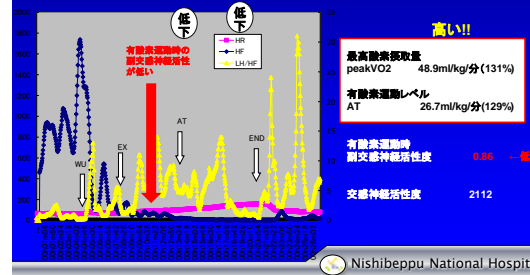
症例 16歳 男 陸上長距離

主訴) 体力がない

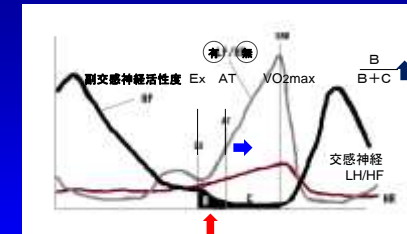
現病歴) 高校陸上部。寮生活で、自宅には年2~3日ぐらいしか、帰らない。夏合宿があり、毎日40kmぐらい走った。
睡眠は7時間はとっている。食欲はあるが体重が増えると走れないと言われ、制限している。
以前、貧血で治療していた。
陸上競技は高校までやって大学ではしたいとは思っていない。

Nishibeppu National Hospital

オーバートレーニング症例 心肺機能、自律神経機能



有酸素運動時の副交感神経機能



軽度の運動時の
余裕が指標

ここ余裕のなさが
オーバートレーニング

Nishibeppu National Hospital

心拍を測定していくと 自律神経がわかる

◎トレーニング効果が十分に
得られないとき

◎疲れがとれにくいとき



Nishibeppu National Hospital

アスリート疲労症候群

自分の意志でコントロールできない

休むのは意外と難しい

気持ちを入れて
気合を入れて
でなく

抜けないのが問題

Nishibeppu National Hospital

自律神経のコントロールは難しい

特に“副交感神経”

過剰反応

迷走神経反射

血管拡張

痛みなどの刺激などで

交感神経 ↑ (緊張) のあとに
迷走(副交感)神経 ↑↑ (過緊張)

Nishibeppu National Hospital

自律神経のコントロールは難しい

特に“副交感神経”

反応不良?? 機能不全??

ゆるめる

リラックスする

これが
気持ちも血管も
できなくなる



Nishibeppu National Hospital

自律神経のコントロールは難しい

逆に血管拡張しないために生じるのが
反射性交感神経ジストロフィー

といわれる病態

主に交感神経の異常興奮状態

血管が拡張しない(血管収縮)ので
局所の血流不良で委縮してしまう

複合性局所疼痛症候群 とも言われている

子宮頸癌
ワクチンで
有名

Nishibeppu National Hospital

スポーツ選手がよくやる

交代浴

はそういう意味があるのか?



冷水温水に交互につける

局所の自律神経を反応させている

血管の収縮・拡張を繰り返す

日本スポーツ振興センター写真

Nishibeppu National Hospital

別府温泉にはよく

あつ湯とぬる湯 とがある

朝は

あついお湯で

交感神経 活性 (↑↑)



夜は

ぬるめのお湯で

副交感神経活性 (↑↑)



Nishibeppu National Hospital

別府♨でのんびりしよう

のんびり
が大事!!



抜くときは
抜く!!

プレキャンプは♨のある別府市へ

シーズン前のメディカルチェックをかねて
別府で温泉でリラックス

Nishibeppu National Hospital

心肺運動負荷試験(CPX)

で何がわかるか?

オーバートレーニング状態もわかりますが...



こころの
“のんびり度”
がわかります

“けど自転車をこがされる”
ただし追い込む必要はない



Nishibeppu National Hospital