

# あるRett症候群児に対する 訪問教育の内容の検討(2)

—電気生理学的資料からみた”揺らし”の効果について—

第72回日本小児精神神経学会報告

札幌サンプラザホテル（札幌市）

1994. 10

藤井力夫

## ある Rett 症候群児に対する訪問教育の内容の検討 (2)

— 電気生理学的資料からみた”揺らし”の効果について —

藤井力夫

斉藤 昭

氏家 武

(北海道教育大学) (北海道手稲養護学校) (楡の会・精神科)

目的：前記報告では、ある Rett 症候群児にたいして情動的交流、呼吸パターン、上下肢筋の増強を目的とした指導の経過について検討した。本報告では、その一部を構成した傾斜板、とくに上体を起こした腹臥位左右傾斜板を用いての揺らしが生体にどのように効果したのか、電気生理学的資料から検討することを目的とする。

方法：傾斜板の傾斜角は変位変換器（共和電業、DTP-2MDS）、呼吸はフローメータ（ミナト医科学、RF-L）ないし呼気ガス分析器（ミナト医科学、RM-300）、心電、筋放電は多用途テレメータ（日本電気三栄、511X）を用い、データログ記録、パソコン解析した。

結果：① Rett 症候群児にとって歩行よりも四つ這い移動でなぜ共通して困難な傾向をもつのか：膝這い位での左右傾斜時の呼吸の位相の検討、膝這い開始健常児10カ月と歩行安定の2才児の比較から、膝這い移動の習熟には左右の伸展動作に対する呼気相による同期の安定が前提となる傾向を示した。

② 上体を起こした前傾腹臥位での左右傾斜の優位性について：上体を起こした傾斜板（傾斜角約40度）は本児のような膝這い位の困難な子どもに対してもより抗重力的な姿勢をとらせ、骨盤傾斜からの傾斜反応、手掌による保護伸展を増強させた。

③ 呼気ガス分析からみた”揺らし”の干渉効果：投足座位での左右傾斜時の呼気ガス分析から、肺胞換気での呼気終末炭酸ガス分圧（ETCO<sub>2</sub>）が30-38mmHgであったものが揺らし（25回/分）により正常値の38-42mmHgの範囲に引き込まれていった。呼吸中枢、情動系に対するある効果が推測される。

④ 呼吸リズムと心拍動のゆらぎからみた動作持続能への干渉効果：上体起こし左右傾斜板の導入開始時と8カ月後の比較から、左右傾斜（少し早めの最適テンポ毎分33回程度）に対する呼気位相と心拍動の相互引き込みはより安定し、当初8秒程度であったものが40秒以上持続できるようになった。

# 研究雑話(145)

障害児教育・動作学誌上実習(63)

藤井力夫

## 姿勢反射の発達とリズム運動の習熟(43)

### 揺らしのリズムと呼気位相、2歳児にみる予期調息。

今回は、就学前児を対象とした傾斜板・立位試験での平衡反応と呼気調息の利用についてお話をしました。高さ約17cmの傾斜板、底辺が緩やかな楕円で、揺らしへの保護伸展には呼気調息が利用されていました。5歳児の事例では、傾斜角約10度の揺れに、他動では毎分46回、自発では毎分56回の保護伸展で対応、それへの呼気調息は、傾斜板水平位・100ミリ秒あたり前からでした。6歳児では、これらを他動的な揺らしにも適応できていますし、4歳児では、

自発傾斜時でも緊張した、浅い呼気でしか対応できていませんでした。保護伸展は下肢の長軸機能そのもので、呼気調息はこれに予期性を与えます。アヒル歩き時の母指球部からの姿勢保持や、スキップ動作時の足関節からの共同運動は長軸機能の指標で、強い連関を示したのも当然です。今回は、膝這い位での保護伸展、上肢でのそれと呼気調息の利用についてお話したいと思います。

**ブランコのりの発達、呼気と吸気の関係**：身体を後ろに倒すときは吸

気、身体を前に倒すときは呼気が基本です。これらは伸筋と屈筋との対応関係によります。ブランコのりの場合も、後ろに漕ぐときは吸気、前に漕ぐときは呼気が基本です。座位でのブランコ漕ぎは3歳、立位でのそれが5歳とされていますが、呼気調節からみて興味深い指標です。

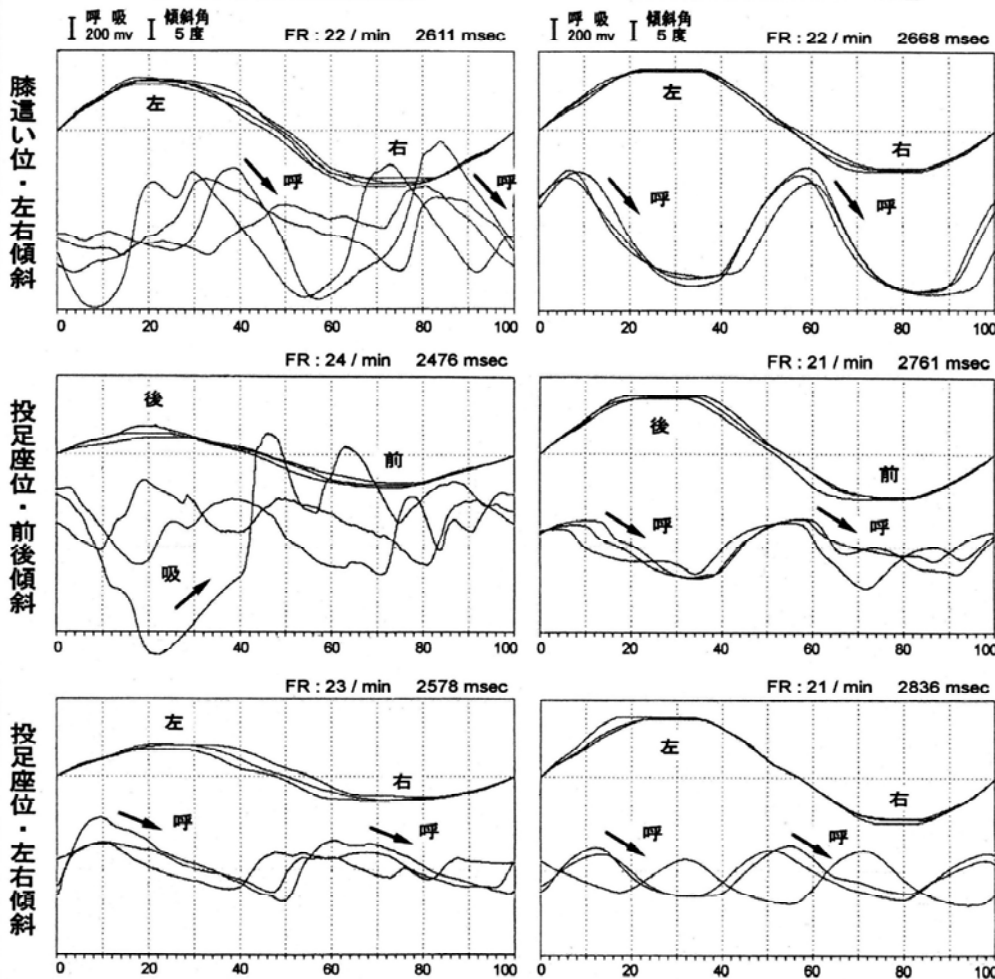
**前後の揺らしと左右の揺らし、10ヶ月児にみる前後の難しさ**：乳児期後半は投足座位が基本です。投足座位から身体を傾け膝這い動作へと移行します。それゆえ、10ヶ月児には左右の揺れの方が易しく(下段左)、前後の揺れには、後傾時に吸気で大きく反応してしまいます(中段左)。

2歳0ヶ月児では、前後の揺らしに対しても、最前傾、最後傾時に呼気調息しています(中段右)。  
**膝這い位での左右傾斜、2歳0ヶ月児にみる予期的呼気調息**：本事例の10ヶ月児は、膝這い動作を開始したところです。膝這い位を保持でき、左右の揺れに、傾斜板・水平位、260ミリ秒ほど前から呼気調息で応答しています(上段左)。水平位前からの呼気は、膝這い動作が上肢始動のそれであることを示しています。2歳0ヶ月児では、水平位後、左右の最傾時に合わせて呼気調息、速い呼気運動で対応しています(上段右)。足腰がしっかりし、膝這いでも大腿からのそれで、上肢はそれなりに開放されていることを証しています。ブランコでは手での把握に集中されますが、砂場では、立ったり座ったり、中腰姿勢で、さまざまに手が使われていきます。

#### 揺らしのリズムと呼吸の位相 (傾斜板)

10ヶ月児 (H.S. 男)

2歳0ヶ月児 (A.K. 男)



注) 各データ、3サイクル分の重ね合わせ。傾斜角センサー：ポテンションメータ、共和電業DTP-2NDS。  
呼吸センサー：10ヶ月児；胸囲式ピックアップ(日本電気三栄、45256)、2歳児；鼻孔型ピックアップ(日本電気三栄、45257)。  
(和田、山口、佐々木：1992)。



### 膝這い位・左右傾斜 (M. 2才児)

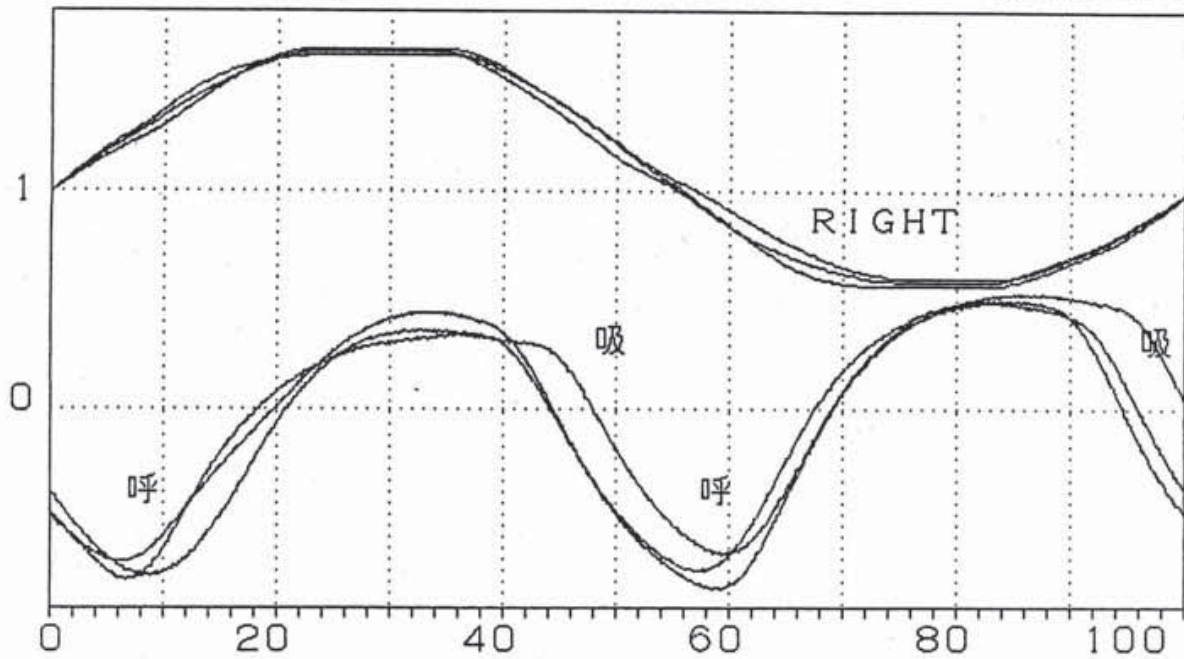
A・K (M) 2:00

LEFT

RES 200 mV ANG 5.0°

[YT3]

3 cycle  
2668.330 msec  
FR=22.486/min



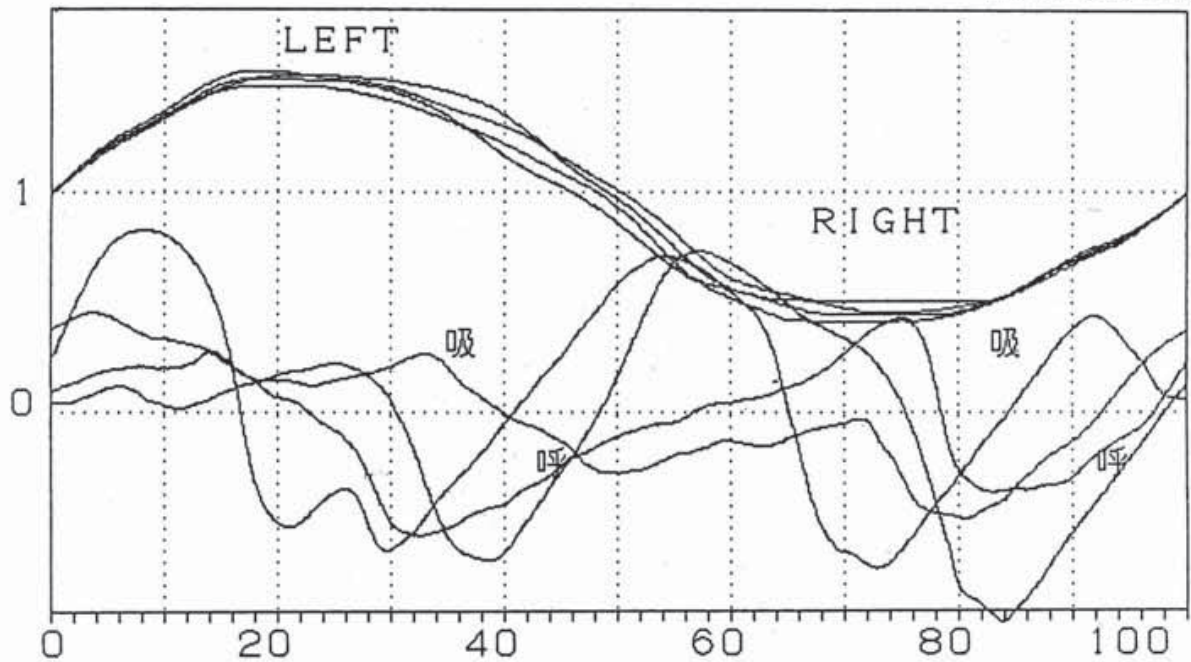
### 膝這い位・左右傾斜 (M. 10カ月児)

H・S (M) 0:10

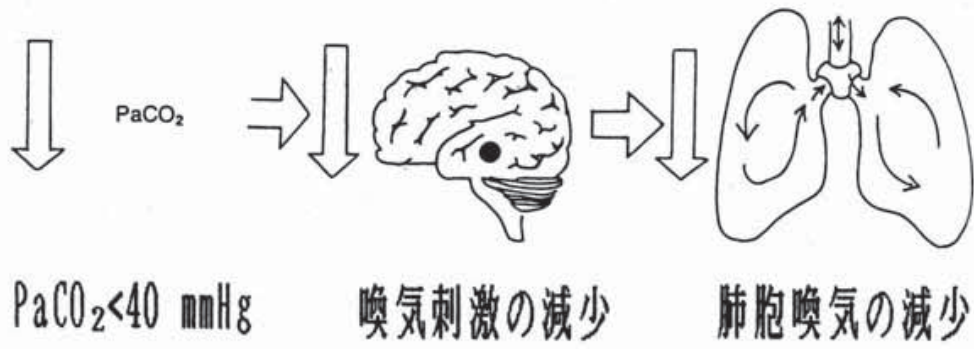
RES 200 mV ANG 5.0°

[YH6]

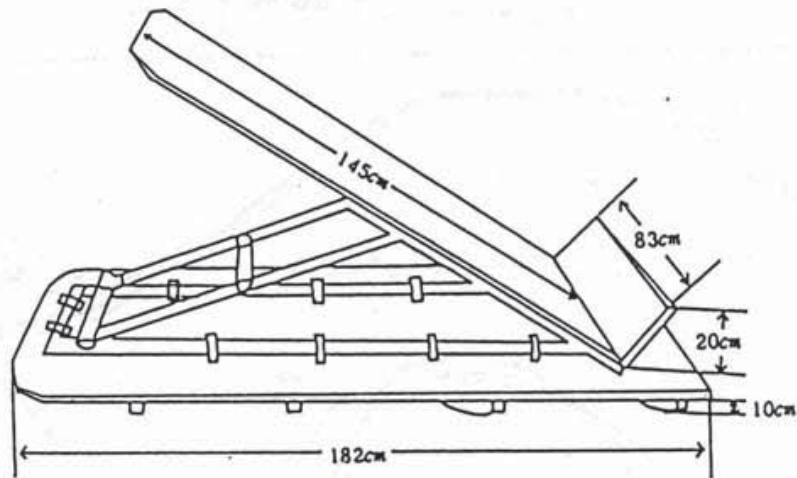
4 cycle  
2611.250 msec  
FR=22.978/min



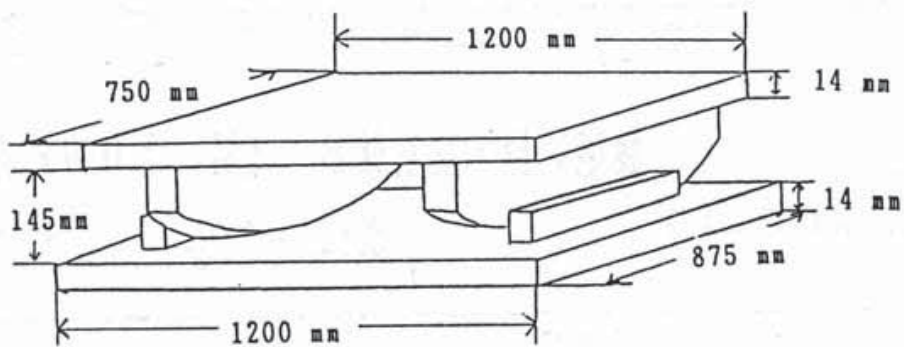
0ch 呼吸曲線 (2才児 鼻孔、10カ月児 胸囲) 1ch 傾斜板傾斜角 (±10度)



### 傾斜板 A



### 傾斜板 C



### 記録データ

---

|      |                          |
|------|--------------------------|
| 9 ch | Plate tilting angle      |
| 8 ch | Respiration              |
| 7 ch | Heart R wave             |
| 6 ch | Left Triceps brachii     |
| 5 ch | Left Erector spinae      |
| 4 ch | Left Rectus femoris      |
| 3 ch | Right Extensor digitorum |
| 2 ch | Right Triceps brachii    |
| 1 ch | Right Erector spinae     |
| 0 ch | Right Rectus femoris     |

---

# 研究雑話(146)

障害児教育・動作学誌上実習(64)

藤井力夫

## 姿勢反射の発達とリズム運動の習熟(44)

### 保護伸展での呼気調息、あるレッツ症候児への適用。

前回は、10ヶ月児と2歳0ヶ月児を例に、揺らしのリズムと呼気位相の同期についてお話をしました。膝這い動作を開始した子どもと、砂場で立ったり座ったりし始めた子どもとの比較です。膝這い位での揺らしに対し、前者は、上肢による保護伸展で、傾斜板・水平位前からの呼気調

息を利用します。後者は、足腰での踏ん張りが可能で、水平位後から左右各最傾斜に向けて、呼気で対応します。投足座位では、左右よりも前後で難しく、前後の揺らしでその差が露呈されます。10ヶ月児は、左右の揺れに呼気で同期しますが、前後には後傾時に驚き反応を誘発してし

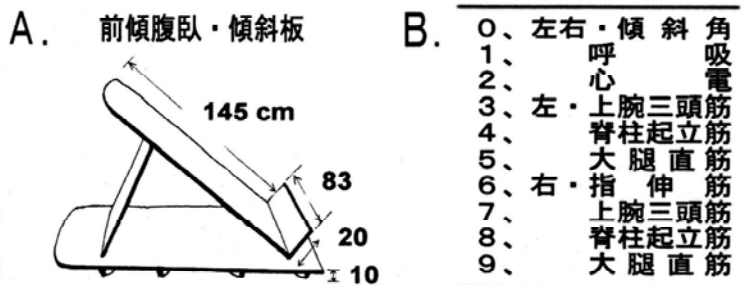
上下肢機能の増強が課題とされた。

**手もみ、手たたき等による保護伸展の弱さ**：引き起こし；頸はついてくるが、上肢の自発的屈曲弱く、下肢伸展。保護伸展反応；前方及び側方検査時、伸展弱く、手指は屈曲傾向。後方への保護伸展は不可。腹臥位；手掌支位からの頸の持ち上げ、可。両親指は屈曲傾向。座位での左右対追視；状態の良いときは可。

**前傾腹臥での保護伸展、傾斜板の開発(図A)**：膝這い位での揺らしは困難。投足座位では上肢の保護伸展は弱い。それゆえ前傾腹臥での左右揺らしの傾斜板を開発。前傾斜角約40度を基本として、足腰への荷重と上肢の保護伸展運動を誘発。1991年2月から週2回の訪問教育時に10分程度実施。本児の呼吸リズムに合わせ、「快」の状態を引き出した。

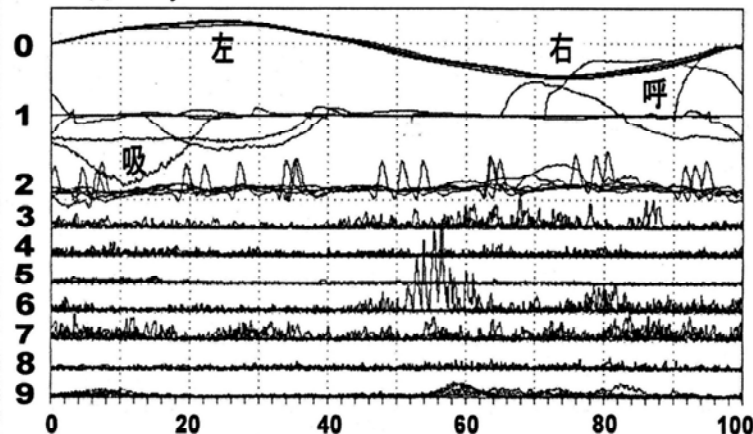
**上肢保護伸展と呼気調息の増強、前傾腹臥と投足座位での比較**：図C上は、開発傾斜板、前傾腹臥で左右に揺らしたときのポリグラフ。同下は、投足座位でのそれ。いずれも実施8ヶ月後の慣れた段階での資料。

**K、女、13歳、レッツ症候群**：本児は重症心身障害児施設に入所。訪問教育を受ける。過呼吸や無呼吸を頻発、手たたきや手もみの反復運動を随伴。上記症候群の典型。医師を含む合同会議は傾斜方向に保護伸展。c)、下肢・大腿直筋(5, 9ch)は左右とも抗重力的に作用。d)、脊柱起立筋(4, 8ch)は左側に力を入れ、腰定に貢献。

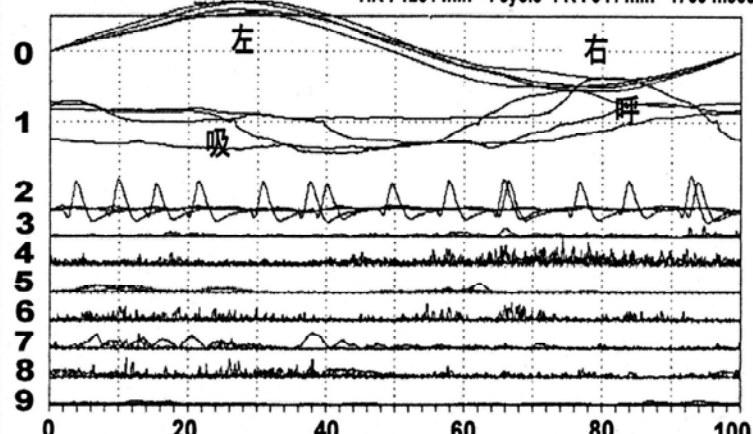


C. 抗重力姿位の違いにみる揺らしと呼気・心電・筋電位相。

前傾腹臥位・左右傾斜 [筋電] 傾斜角 HR: 120/min 6 cycle  
Y.Y, f, 13.08 yrs old [400μV] 10度 FR: 34/min 1754 msec



投足座位・左右傾斜 HR: 125/min 4 cycle FR: 34/min 1769 msec



(藤井、斉藤、氏家：1992、1994)



# 研究雑話(147)

障害児教育・動作学誌上実習(65)

藤井力夫

## 姿勢反射の発達とリズム運動の習熟(45)

### 伸展時呼吸調息の効果、呼吸位相と心拍動のゆらぎ。

前回は、過呼吸、手たたき、手もみといった状況を呈するある「レッツ症候群児」への訪問教育を応援するため、上肢や呼吸の機能への作用を企図して傾斜板を開発したことをお話しました。負荷の強い膝這い位に代わって、立位前傾での腹臥位による上肢の保護伸展と呼吸調息が期待されました。訪問教育担当教師は、本児担当3年目で、過呼吸や無呼吸の誘発要因の一つに人の気配や音などが関係していること、また快い状態や微笑んでいるときには手もみなどが観察されないことに気づかれました。ゆったりした気持ちのなかで、開発傾斜板が導入されました。週2回、10分程度の揺らしはどのように効果したでしょう。今回は、8ヶ月後の効果について、投足座位・左右傾斜時の呼吸と心拍動のゆらぎ・資料からお話したいと思います。

#### 呼吸調息と心拍動、「RR間隔」

：心臓の鼓動は吸気時には促進され、呼気時には抑制されます。拍動時・R波の「RR間隔」では、前者は短くなり、後者は延びる傾向にあります。吸気時の心臓迷走神経の抑制が関係しているとされています。

#### 呼吸のリズムと心拍動のゆらぎ

：傾斜に向けてどのように呼吸調節しているか。また、これに対応して心拍動はどのように干渉されるか。これらを図示するソフトを開発しました。図上は、投足座位での左右傾斜時、4月段階の解析図。同下は、8ヶ月後の12月のもの。傾斜板左右傾斜角、呼吸流量曲線、心拍変動。○印は「RR間隔」、平均時間算定後、各拍動時点に対し縦軸にそれをプロットしました。横長棒は、上が呼気、下が吸気の位相時間を示します。

#### 8ヶ月後の変化、揺らしテンポ

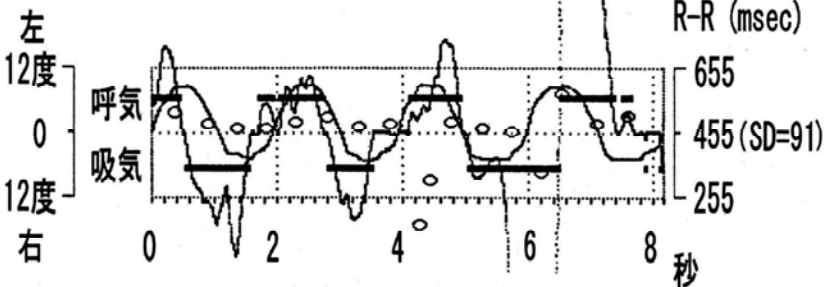
左右の揺らしは、4月時・毎分58.8回、12月時・毎分67.8回。揺らしのテンポは、毎分9回程度速くなるとともに、持続時間も長く、傾斜角度も2度程度、大きくなっています。

同・呼吸調息のリズム：本児は、右から左傾斜への折り返し近傍で呼吸調息を開始しています。少し遅延的で、傾斜との位相はずれる傾向にありますが、12月時のそれは、4月時に比べ、息止めも必要なく、しっかりした呼吸調息となっています。

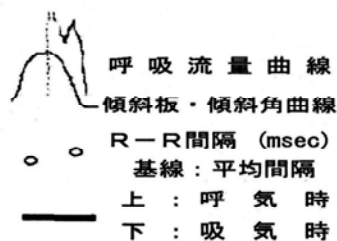
同・心拍動、「RR間隔」：心拍数(RR間隔の平均)；4月・124回(455m秒)、12月・125回(456m秒)。これらはほぼ同じですが、「RR間隔」のばらつき(標準偏差)で見ると顕著な安定を認めることができます。91m秒から19m秒に減少。呼吸調息の安定が、拍動間隔の安定にも効果したものと仮定できます。

## あるレッツ症候群児への保護伸展時・呼吸調息の効果、呼吸位相と心拍動のゆらぎ。

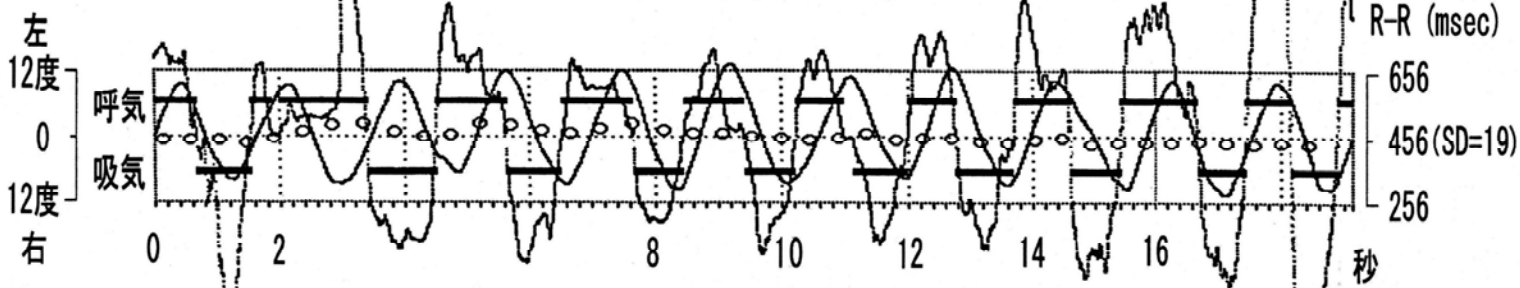
(1991. 4) Y.Y, f, 13.01 yrs old



傾斜板・投足座位・左右傾斜時の呼吸と心拍動のゆらぎ



(1991.12) Y.Y, f, 13.08 yrs old



(藤井、齊藤、氏家：1992、1994)



# 研究雑話(148)

障害児教育・動作学誌上実習(66)

藤井 力夫

## 姿勢反射の発達とリズム運動の習熟(46)

### 傾斜板・揺らしにみる呼気終末炭酸ガス分圧の応答。

前回は、あるレッツ症候群児に対し試みられた傾斜板による保護伸展と呼気調息の増強効果について、呼吸のリズムと心拍変動の安定という側面からお話しました。呼気調息が

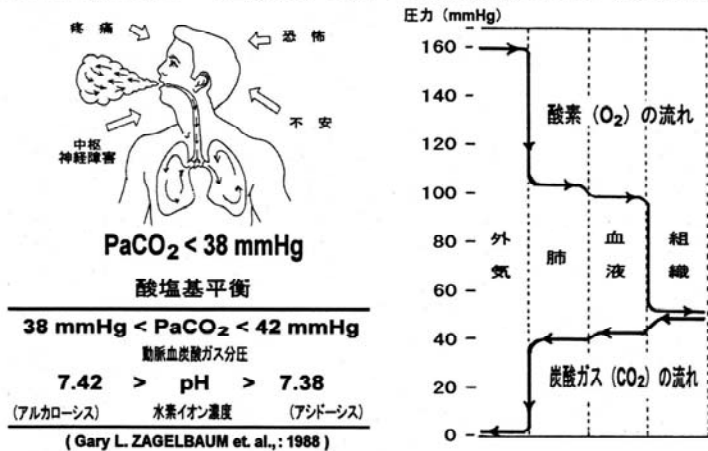
心拍動に干渉し、拍動間隔を緩徐するということとはとても興味深いことです。前回・資料からは、少しずつ的を射た試みの重要性が教えられる。この場合は、呼気ではなく、

し(ときに 30mmHg)、この分圧の回復が問われていたのです。

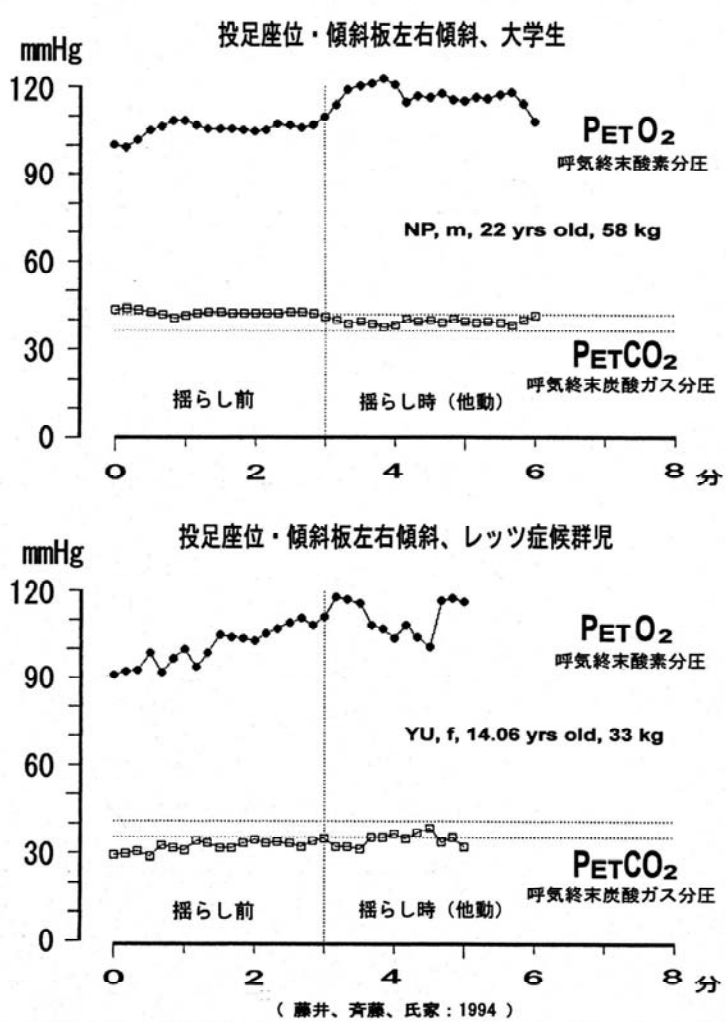
**肺胞でのガス交換、炭酸ガス分圧による呼吸調節：**図Bは、体内での酸素と炭酸ガスの流れです。肺胞で炭酸ガスが出され(静脈血)、酸素が取り入れられます(動脈血)。呼吸の調節は、酸素分圧でなく、炭酸ガス分圧を受けてなされます。動脈血・炭酸ガス分圧が 38mmHg から 42mmHg の間で、水素イオン濃度 (pH) に換算して、7.42 から 7.38 の酸塩基の平衡維持です(図A下)。炭酸ガス分圧が 38mmHg 以下、pH 7.42 以上になれば、血中アルカローシスを来し、不安と恐怖、過換気を招きます。

**呼気ガス分析からみた揺らし時・呼気終末炭酸ガス分圧の応答：**傾斜板・揺らし時の肺胞でのガス交換、「呼気終末炭酸ガス分圧」を記録するため、呼気ガス分析器(ミナト医学、RM-300)を導入しました。図C・上は、投足座位での傾斜板・左右傾斜時の男子・大学生の反応、同・下が本児のものです。調査は、前回資料の調査から10ヶ月後で、最初の3分間は、投足座位のままの安静時・ガス交換、図中・垂点線からは左右の揺らしを入れたとき(25回/分)の応答です。安静時のガス交換応答は両者で違っていますが、左右の傾斜時には両者とも、炭酸ガス分圧が 38-42mmHg の範囲に引き込まれています。傾斜板・左右傾斜に対応した呼気調息が、肺胞でのガス交換をしっかりとさせたと考えられます。”揺らし”のもつ一断面、呼気調息の干渉効果に驚かされます。

A. PaCO<sub>2</sub>の低下⇔過換気症候。B. 酸素と炭酸ガスの流れ。



C. 傾斜板揺らし時の呼気・炭酸ガス分圧(投足座位・左右傾斜)。



# 研究雑話(150)

障害児教育・動作学誌上実習(68)

藤井力夫

## 姿勢反射の発達とリズム運動の習熟(48)

### 「吸気からの息止め」、不安による過換気の一特徴。

前回は、炭酸ガスの分圧が呼吸のあり方を調節しているというときの、中枢での仕組みについてお話ししました。酸素の感受が末梢でなされるのに対して、炭酸ガスのそれは中

枢(延髄・腹外側野)で、かつ動脈血から直接ではなく、脳脊髄液での水素イオン濃度を媒介としていました。炭酸ガスが多くなると、水素イオン濃度は酸性に傾き、少なくなる

これでは、吐き出しの弱いまま、吸気へと移行することになります。

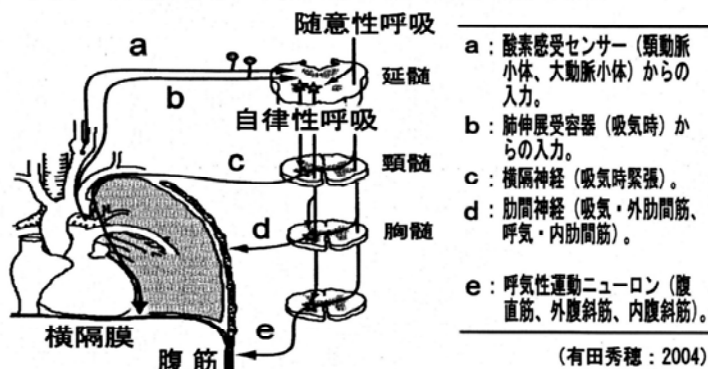
**揺らし時、ガス交換の実際：**同 a は、Yさんにおける揺らし時の呼吸・ガス交換の様態です(分析器等、雑話 148 参照)。中央・垂破線から揺らしを開始。呼気終末炭酸ガス分圧は正常値近くになっていきます。分時あたりの炭酸ガス排出量も上がり、酸素摂取量も増えています。呼吸数は揺らしのテンポに同期し、毎分 25 回程度です。ただし、心拍数は、全体として高い傾向にあります。本児の不安な気持ちのみならず、吸気主導を反映して、「RR 間隔」が短くなったものと考えられます。

**横隔膜の緊張か、腹筋群の緊張か、呼気からの息止め：**同じ息止めで、呼気後は能動的な意味を持ちます。図 A は、呼吸の神経回路・模式図です。吸気は、どちらかと言えば、末梢からの酸素感受による自律的な呼吸で、主として横隔膜の緊張です(図中 c の流れ)。これに対し、呼気は、炭酸ガスの感受による意識的なそれで、呼気運動ニューロンによります(同 e の流れ)。それゆえ、同じ息止めで、吸気後は横隔膜の緊張ですが、呼気後は腹筋群によります。呼気から吸気への切換点を「安静呼気位」と呼びました(雑話 143)。呼気後の息止めは、まさにこの呼気位の持続を意味します。金槌など道具使用の習熟には、この位相の利用が有益でした(同)。また、呼吸の脳神経・伝達物質からは、呼気後の息止めは、吸気切換時の爽やか効果に干渉するとのこと。

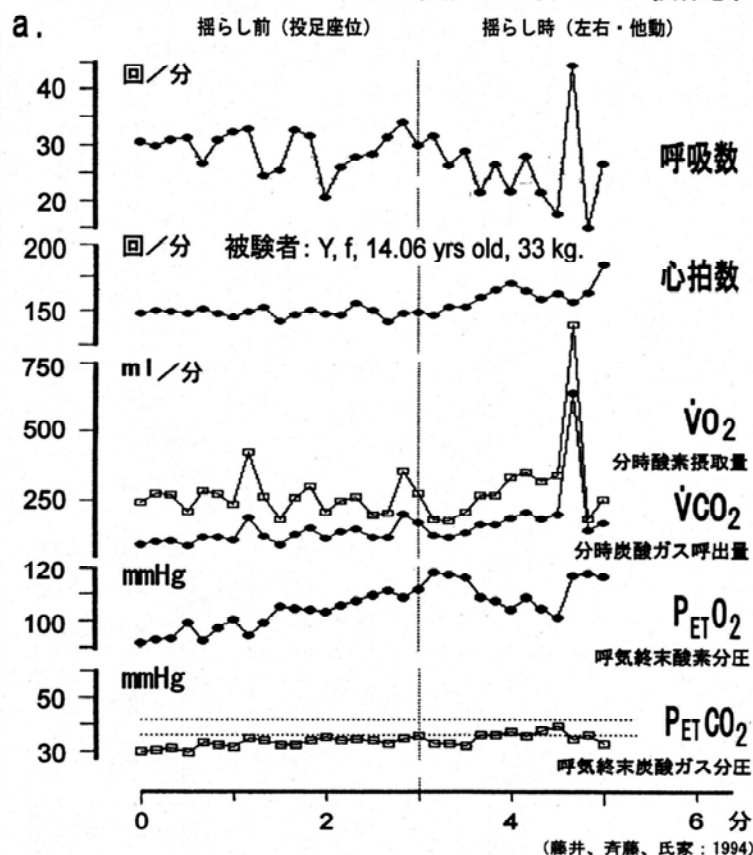
とその逆です。濃度を一定に維持しようとするこの機構が呼吸調節を担い、これが最適なとき、身体のみならず、こころも爽やかになります。この意味でこの間紹介してきたレッツ症候群児の Yさんは深刻です。何よりも爽やかな心地よいことが求められたのでした。今回は、不安にともなう「息止め」の問題をめぐってお話ししたいと思います。

**吸気からの息止め：**Yさんの息止めは吸気後です。図 C の b に揺らし時の呼吸流量曲線を示しました(2ch)。吸気後、呼気開始時に息止めが観察されます。

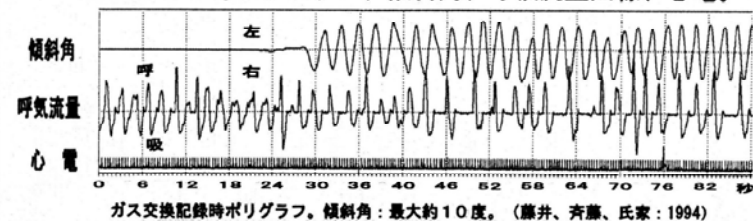
#### A. 呼吸の神経回路、自律性呼吸と随意性呼吸。

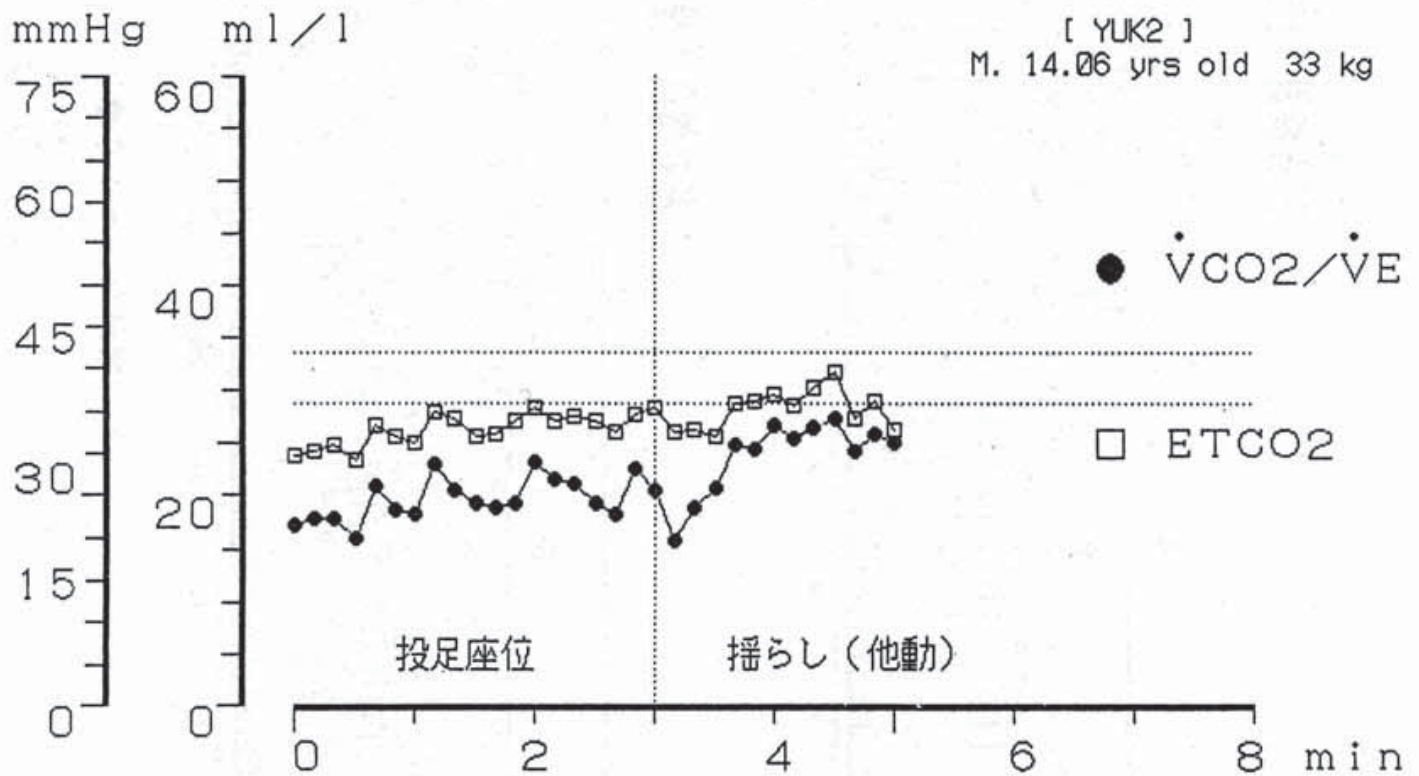
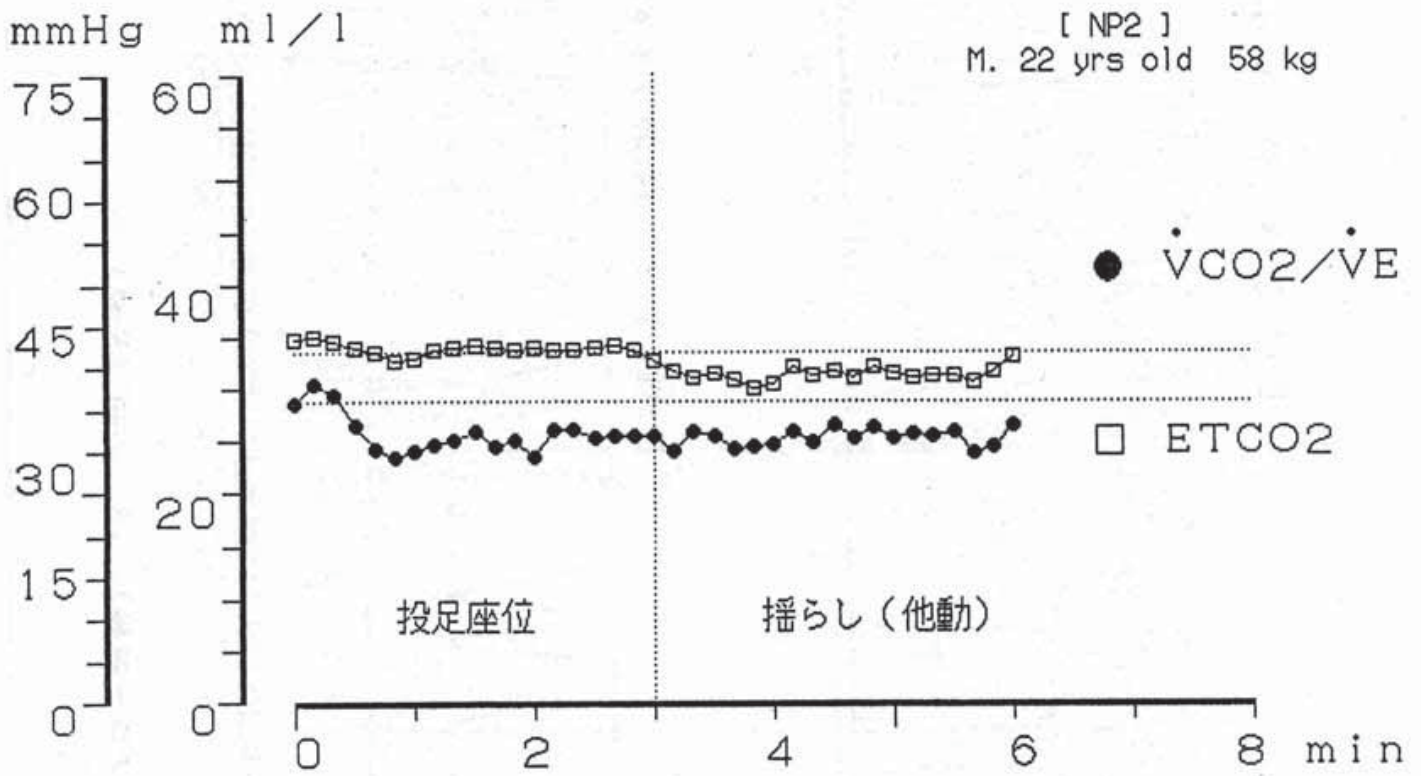


#### B. レッツ症候群児・Yさんの傾斜板揺らし時、ガス交換様態。



#### b. 上記・揺らし時ポリグラフ、傾斜角、呼吸流量曲線、心電。

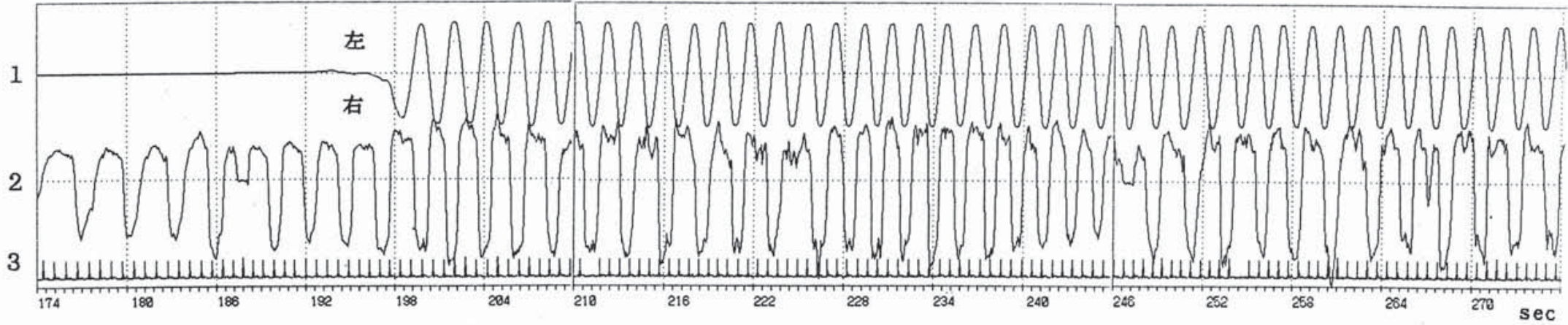






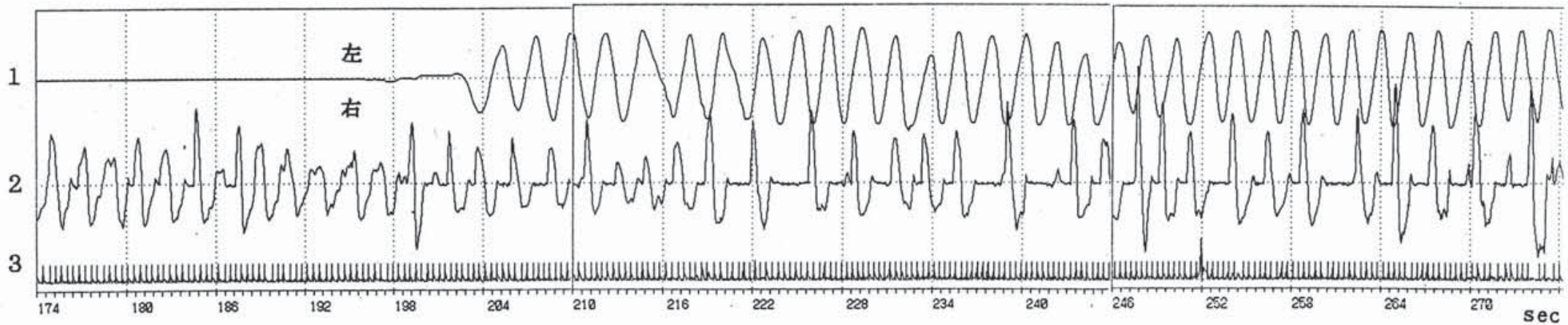
左右傾斜 (投足座位)

[ NP2 ] M. 22 yrs old 58 kg



左右傾斜 (投足座位)

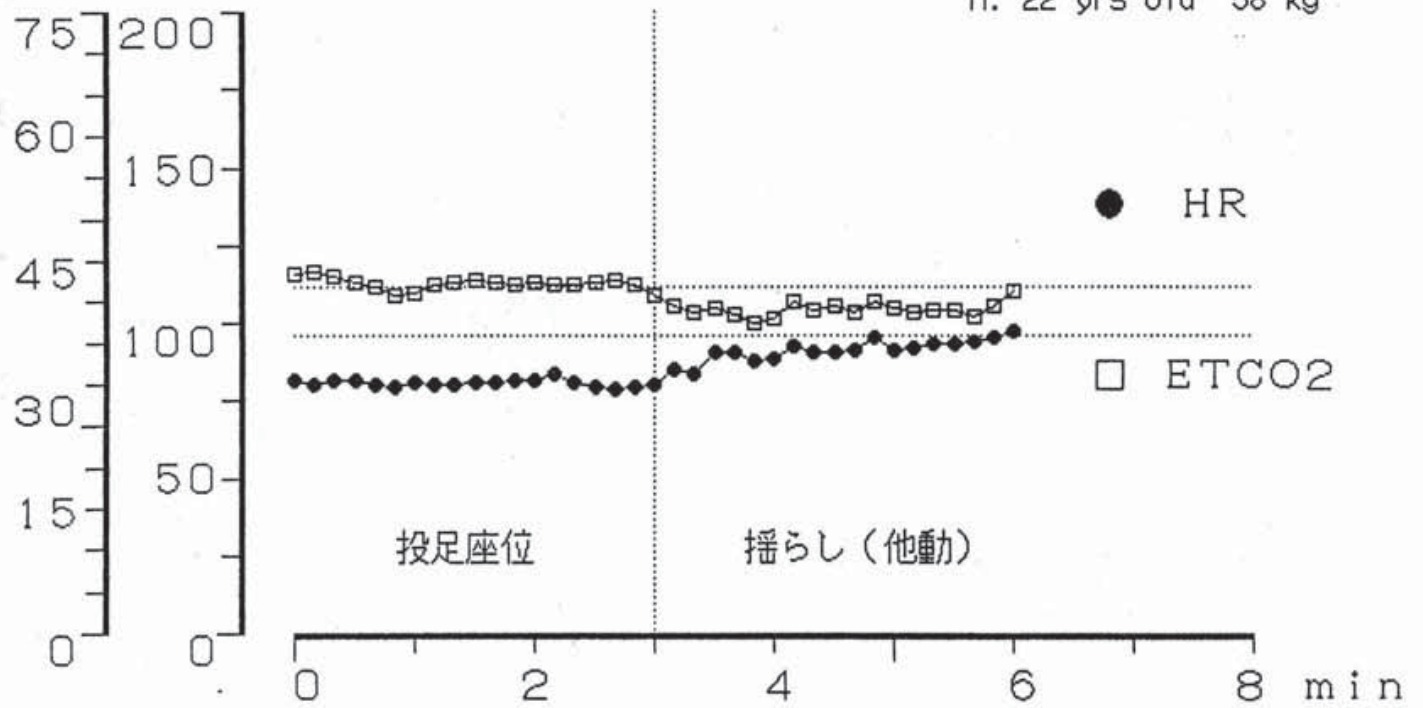
[ YUK2 ] F. 14.06 yrs old 33 kg



1 傾斜角 (±10度)    2 呼吸 (フロー曲線)    3 心拍 (R波)

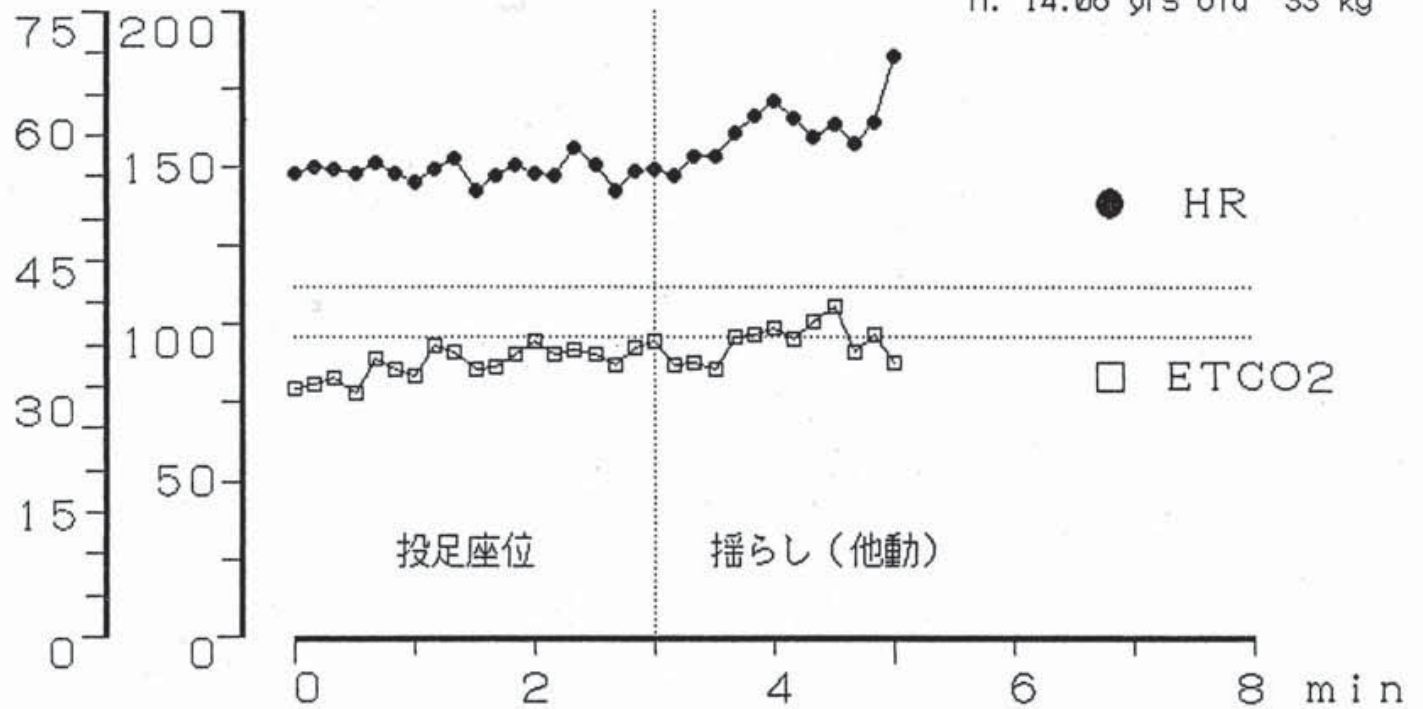
mmHg beats/min

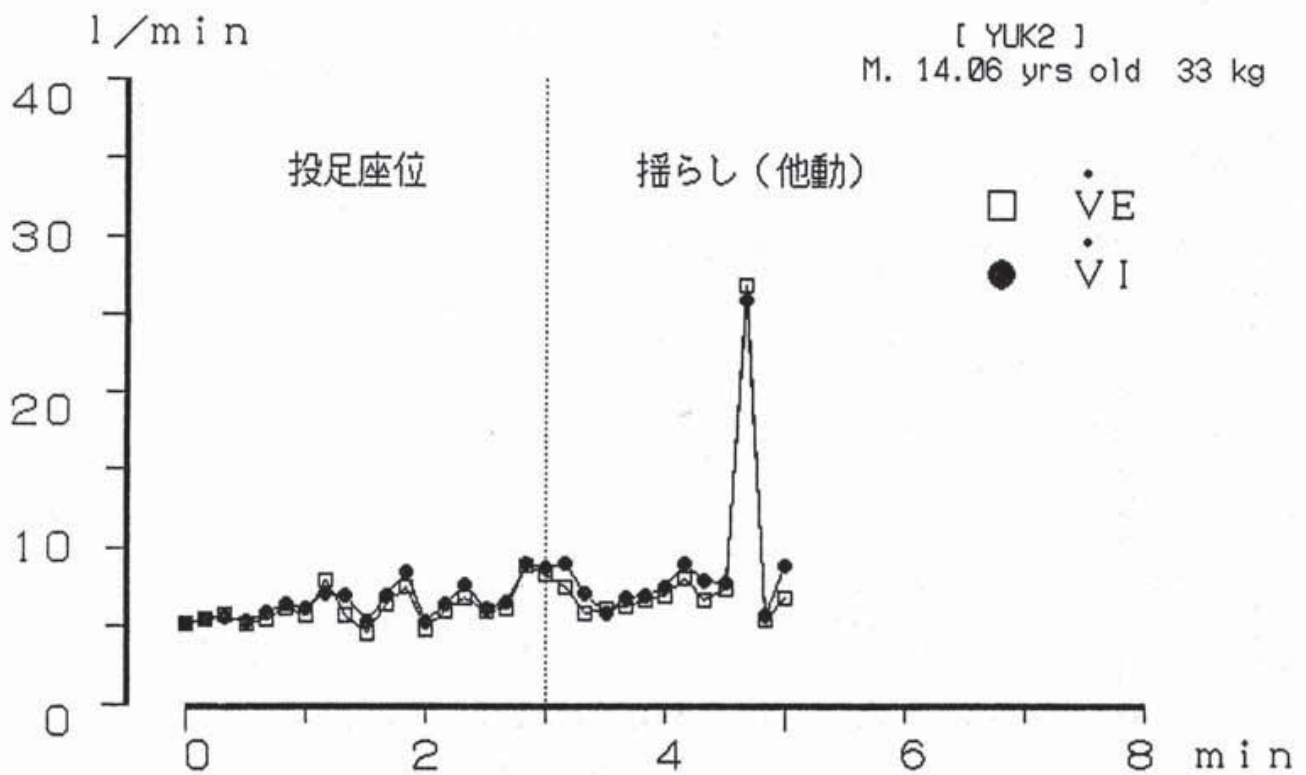
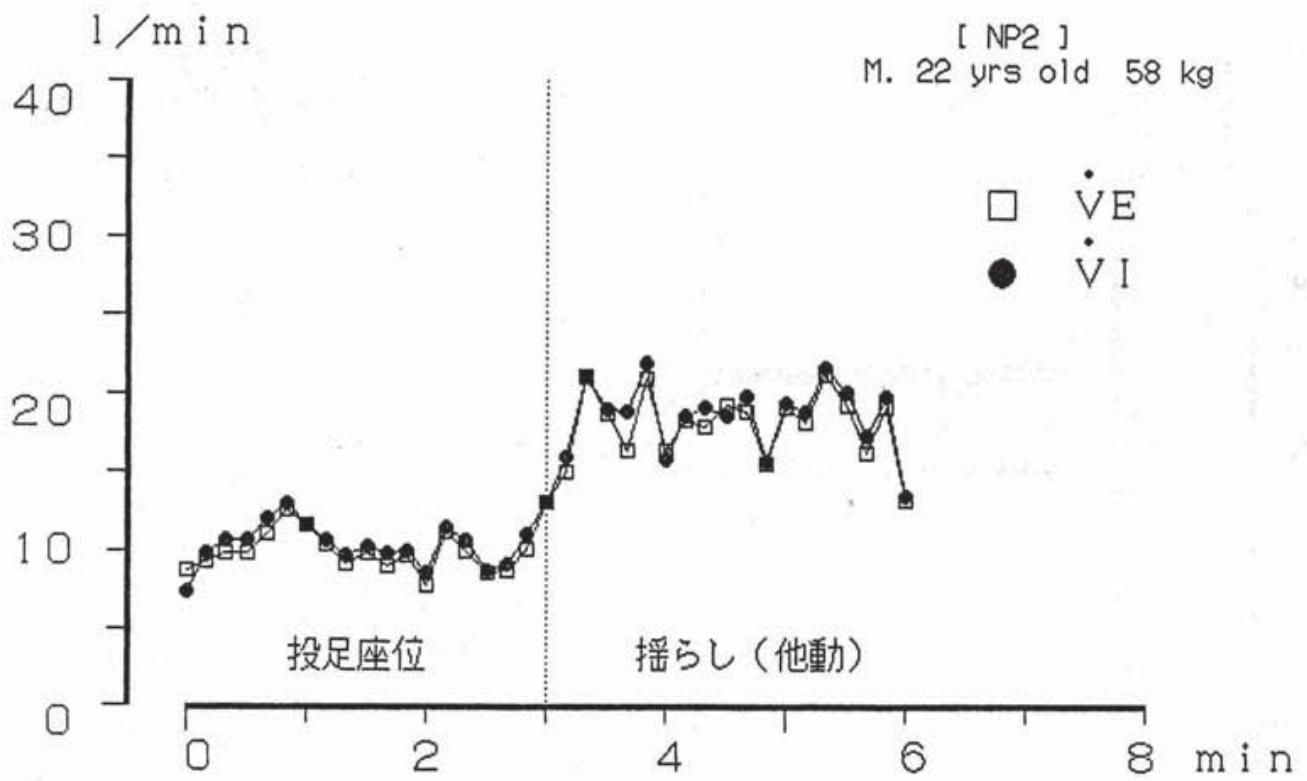
[ NP2 ]  
M. 22 yrs old 58 kg



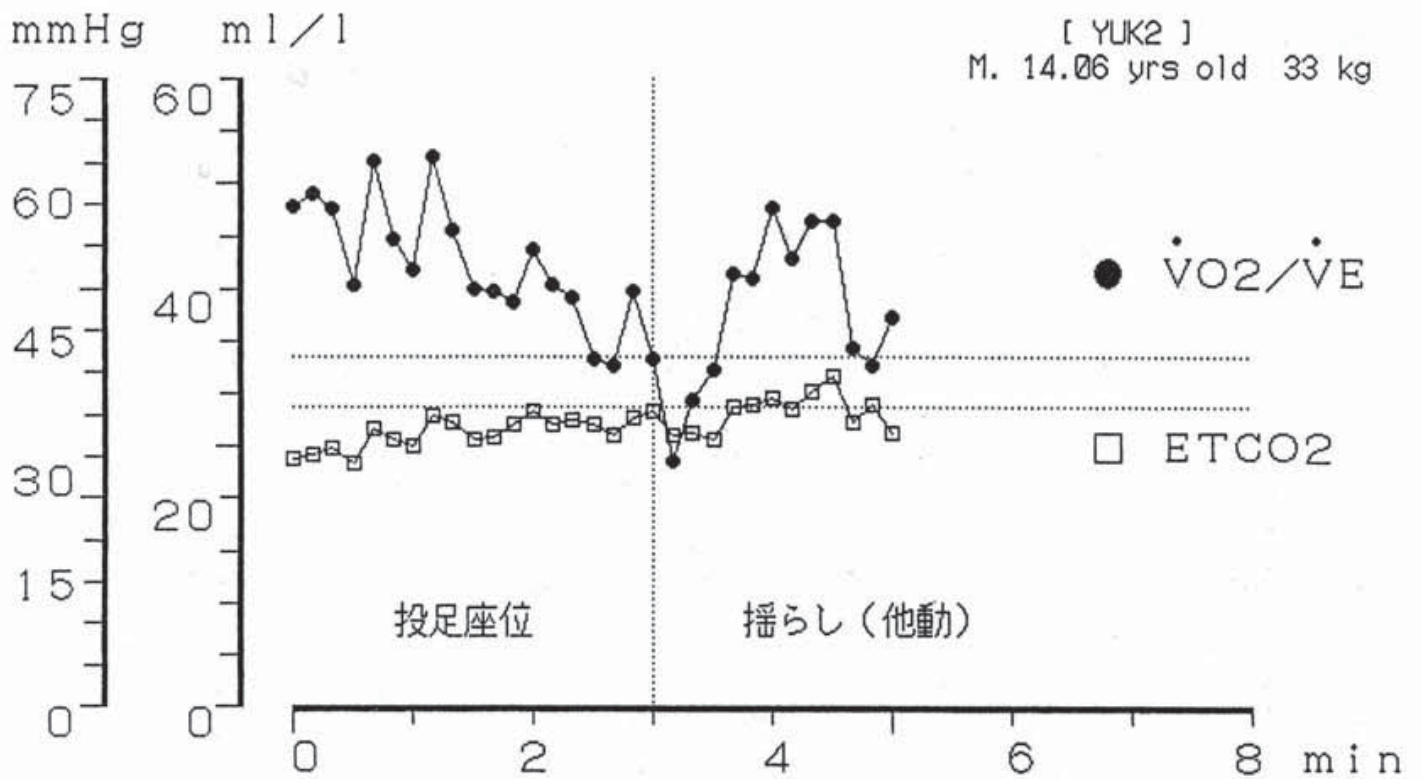
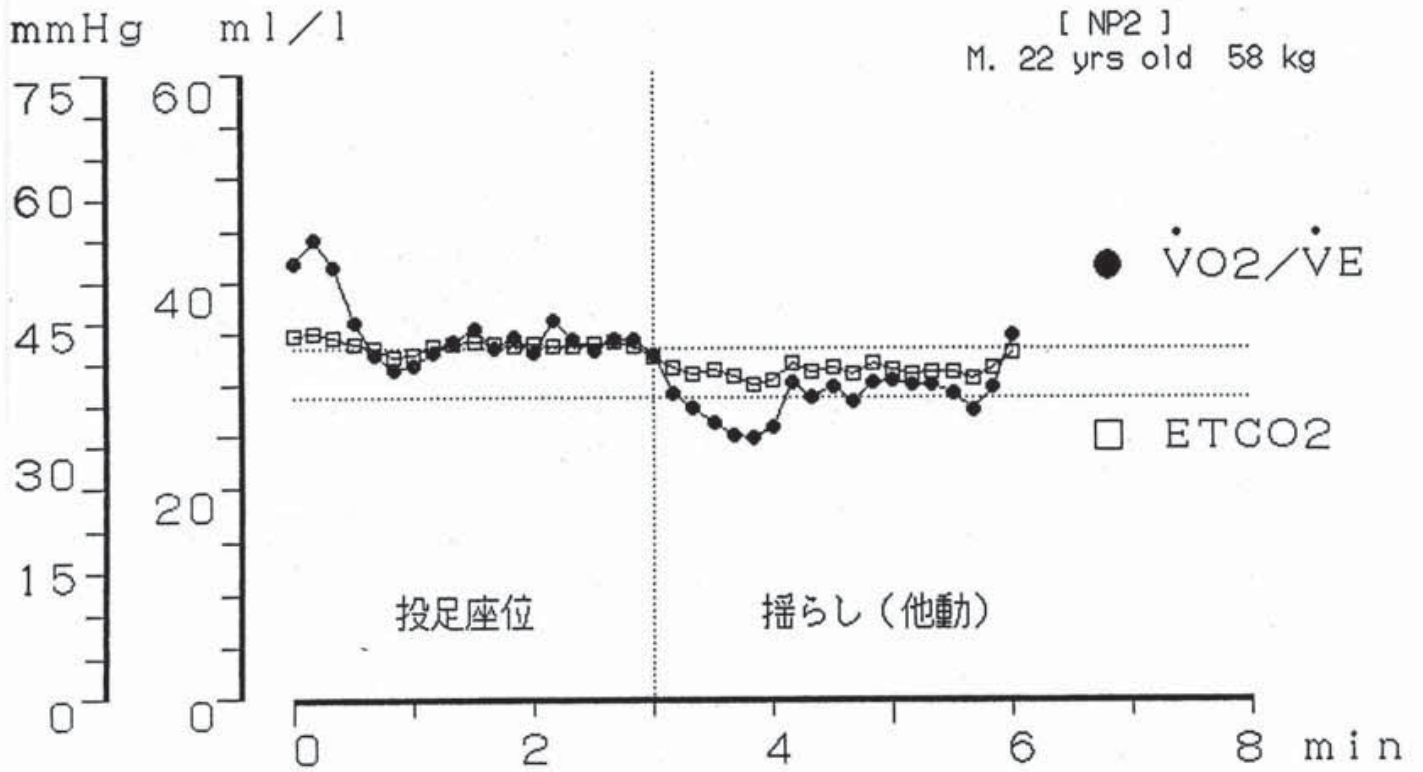
mmHg beats/min

[ YUK2 ]  
M. 14.06 yrs old 33 kg









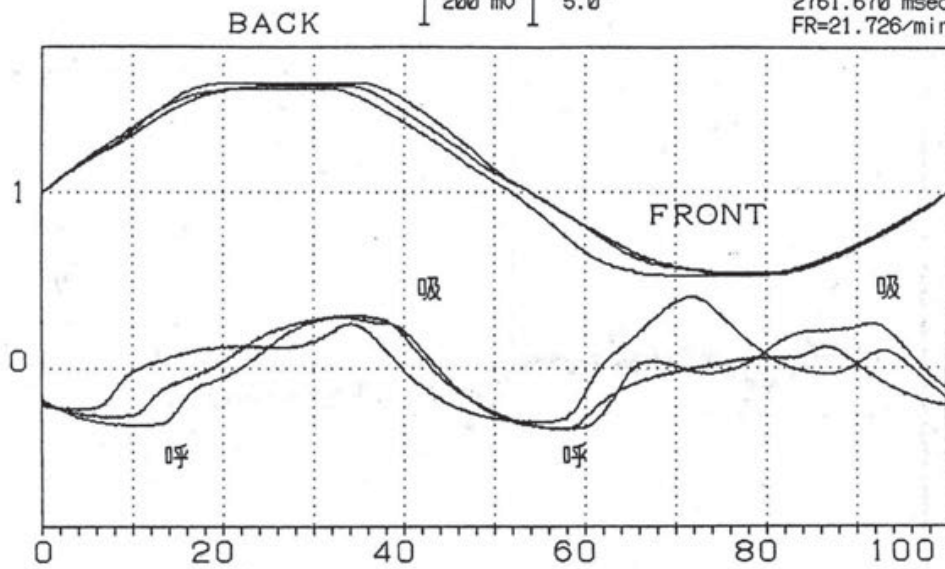
### 投足座位・前後傾斜 (M. 2才児)

A・K (M) 2:00

RES 200 mJ ANG 5.0°

[YH2]

3 cycle  
2761.670 msec  
FR=21.726/min



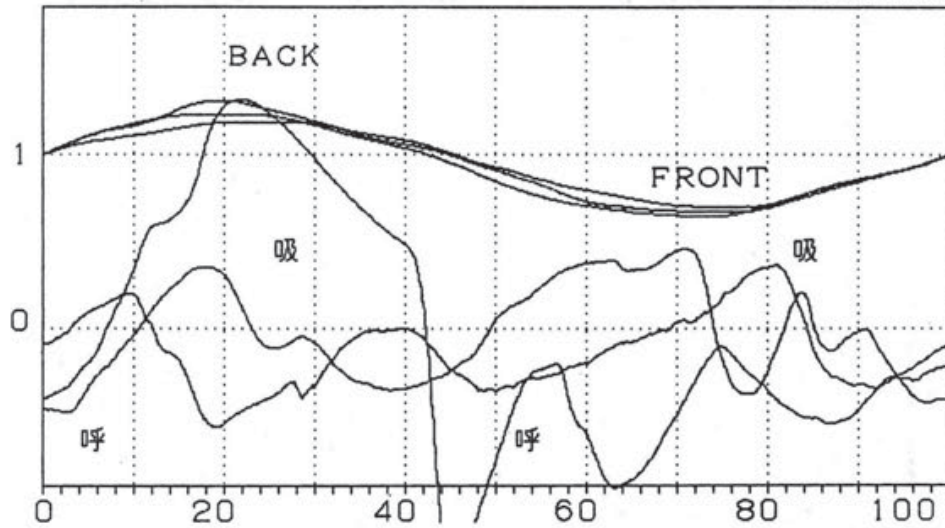
### 投足座位・前後傾斜 (M. 10カ月児)

H・S (M) 0:10

RES 200 mJ ANG 5.0°

[YP4]

3 cycle  
2476.670 msec  
FR=24.226/min



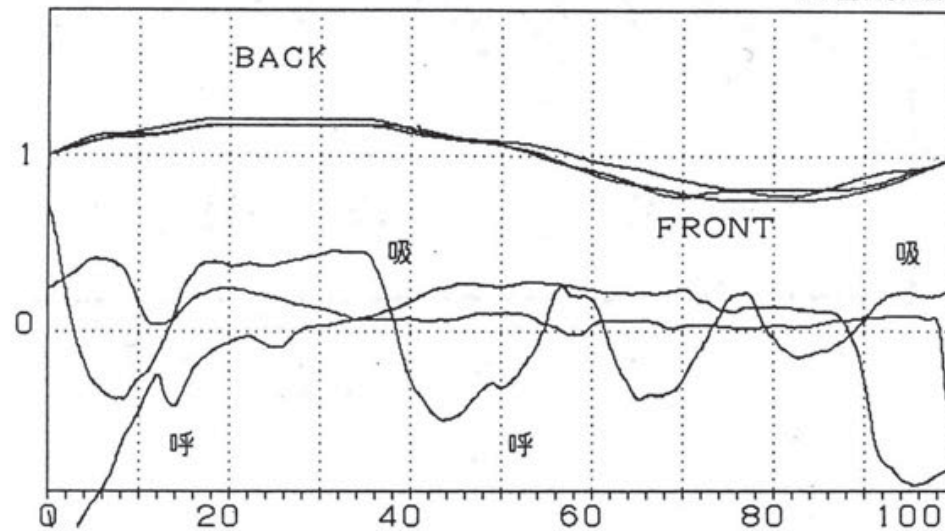
### 投足座位・前後傾斜 (F. 7カ月児)

S・S (F) 0:07

RES 200 mJ ANG 5.0°

[YP3]

3 cycle  
2893.330 msec  
FR=20.737/min



0ch 呼吸曲線 (2才児 鼻孔、7、10カ月児 胸囲) 1ch 傾斜板傾斜角

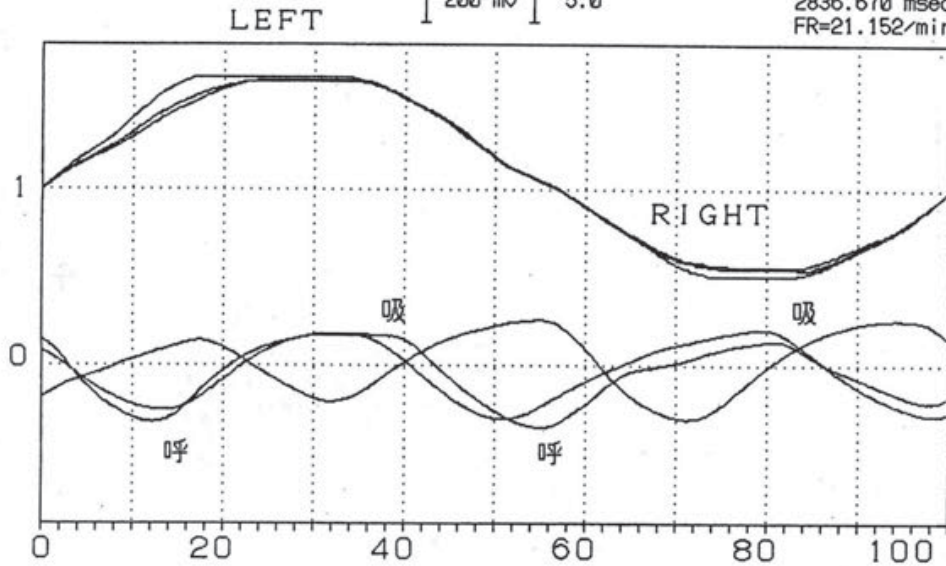
投足座位・左右傾斜 (M. 2才児)

A・K (M) 2:00

RES 200 mJ ANG 5.0°

[YH1]

3 cycle  
2836.670 msec  
FR=21.152/min



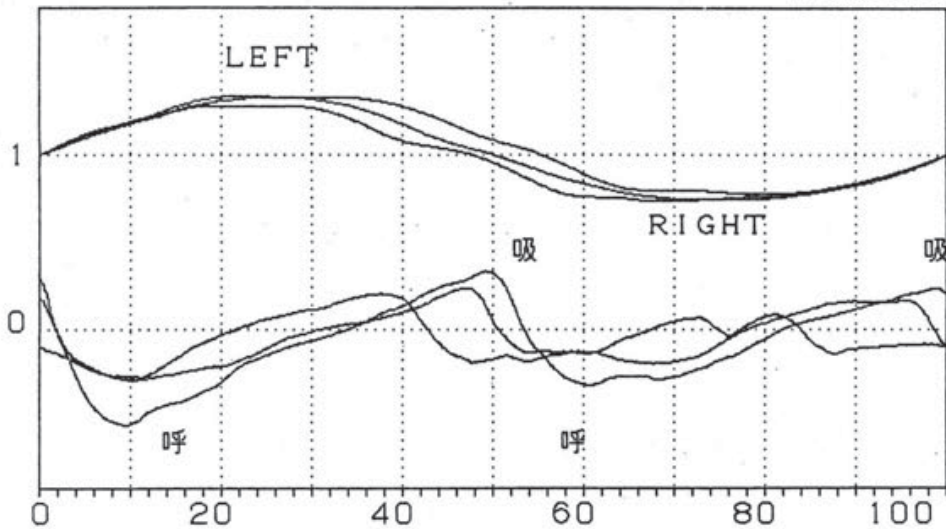
投足座位・左右傾斜 (M. 10カ月児)

H・S (M) 0:10

RES 200 mJ ANG 5.0°

[YP1]

3 cycle  
2578.330 msec  
FR=23.271/min



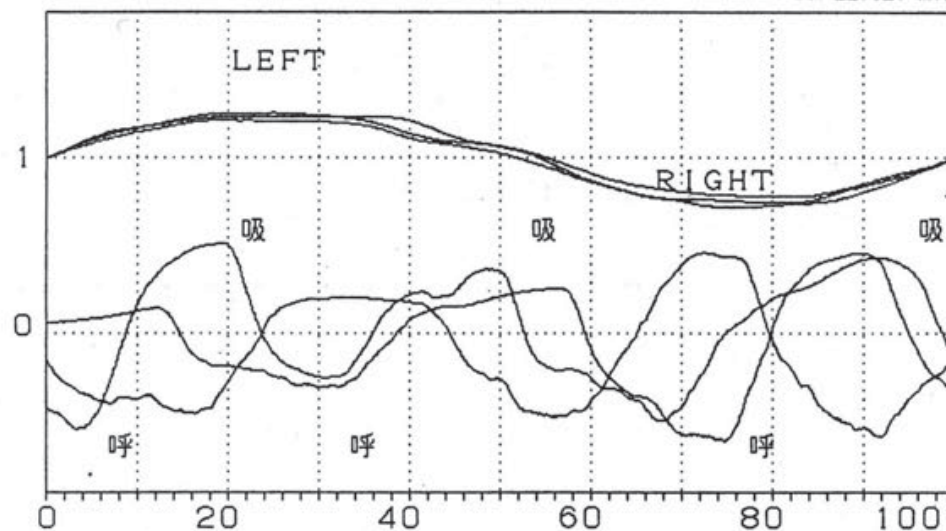
投足座位・左右傾斜 (F. 7カ月児)

S・S (F) 0:07

RES 200 mJ ANG 5.0°

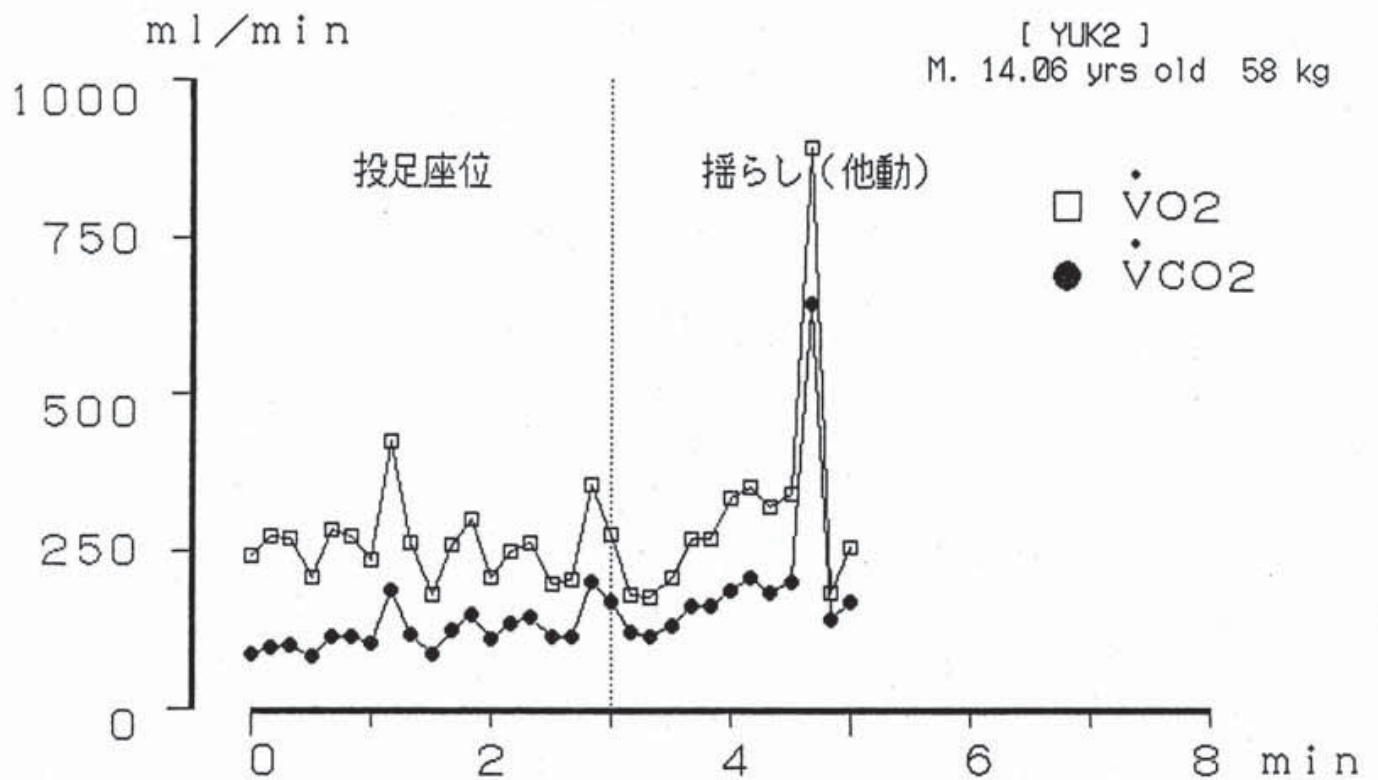
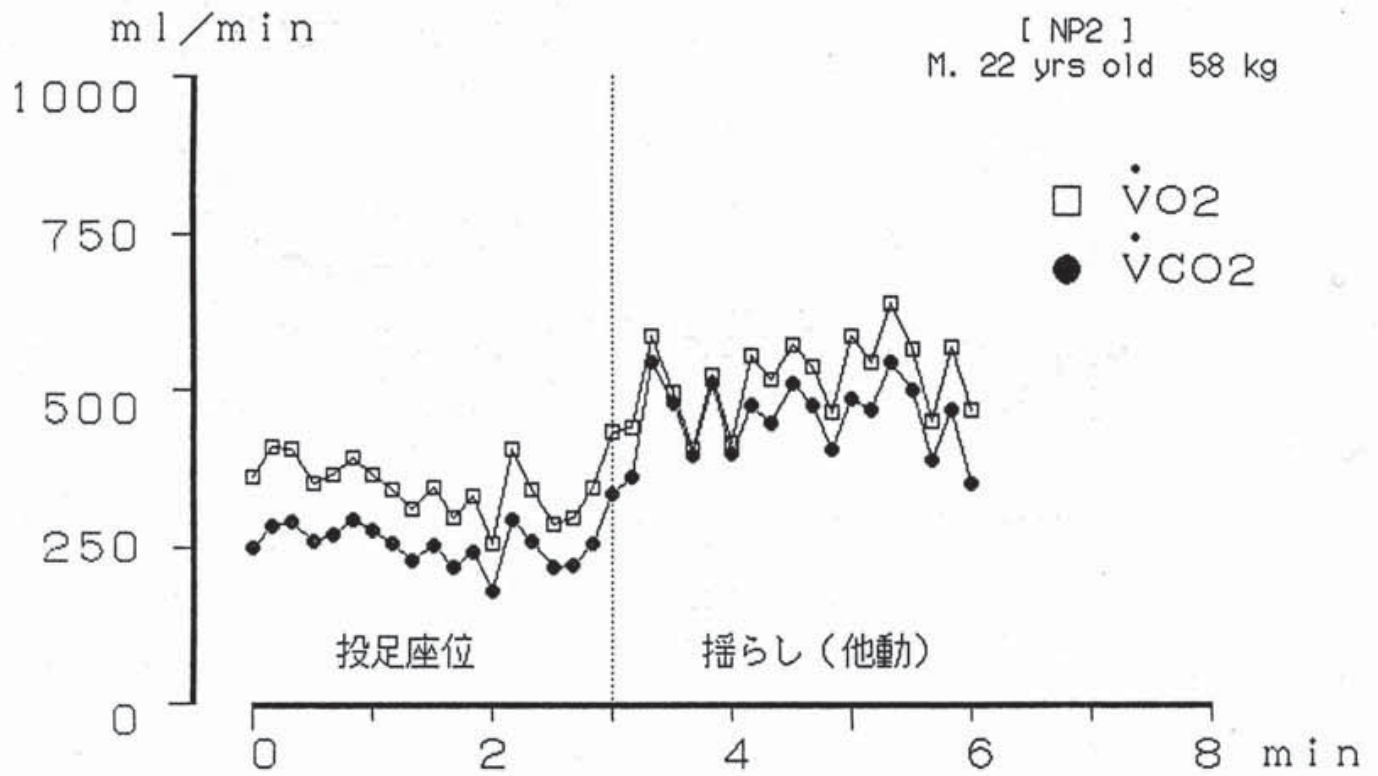
[YP2]

3 cycle  
2651.670 msec  
FR=22.627/min



0ch 呼吸曲線 (2才児 鼻孔、7、10カ月児 胸囲) 1ch 傾斜板傾斜角





# 上体傾斜腹臥位・左右傾斜 (傾斜板A、12月)

Y.Y (F) 13:08

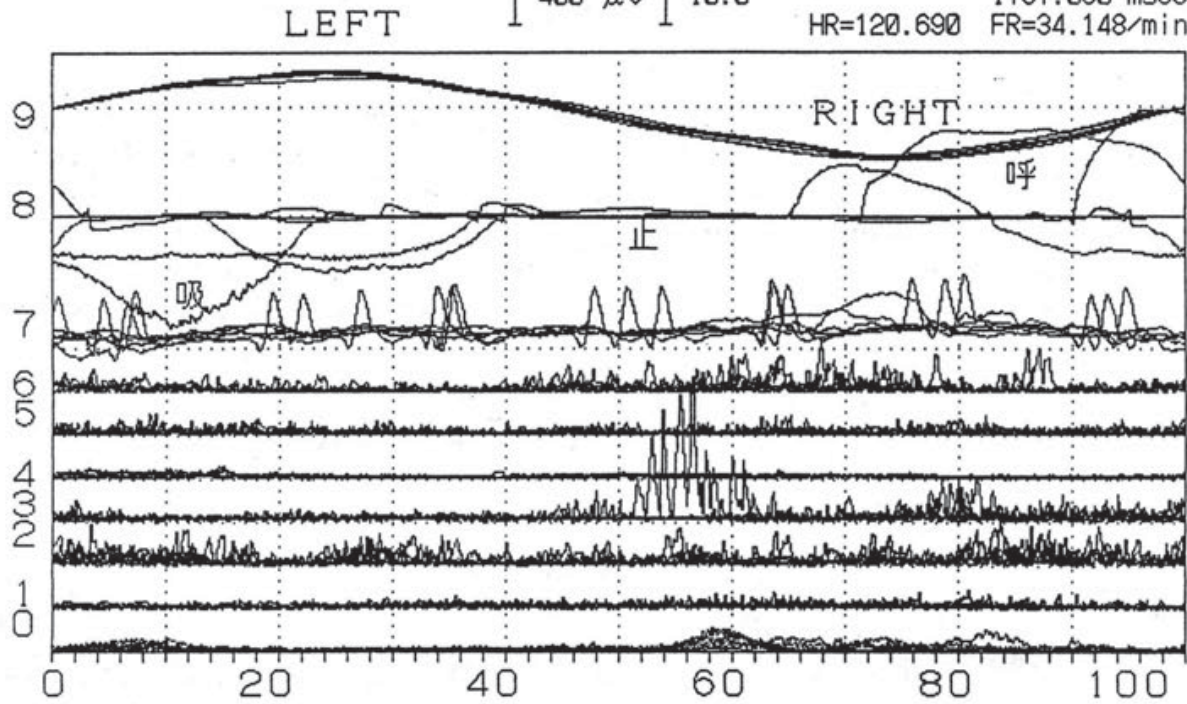
EMG 400  $\mu$ V ANG 10.0°

[YA2]

6 cycle

1757.080 msec

HR=120.690 FR=34.148/min

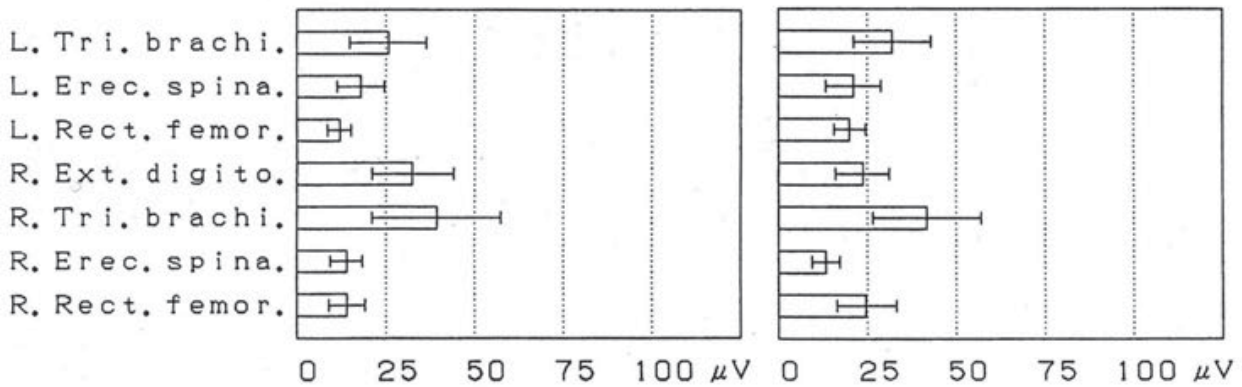


0.R.RECT.FEMOR. 1.R.EREC.SPINA. 2.R.TRI.BRACHI. 3.R.EXT.DIGITO.  
 4.L.RECT.FEMOR. 5.L.EREC.SPINA. 6.L.TRI.BRACHI. 7.ECG.R.WAVE  
 8.RESP.(MA.E/I) 9.PLATE TILT A.

## 右→左傾斜時筋放電

[YA21] EMG data from 877 to 1000

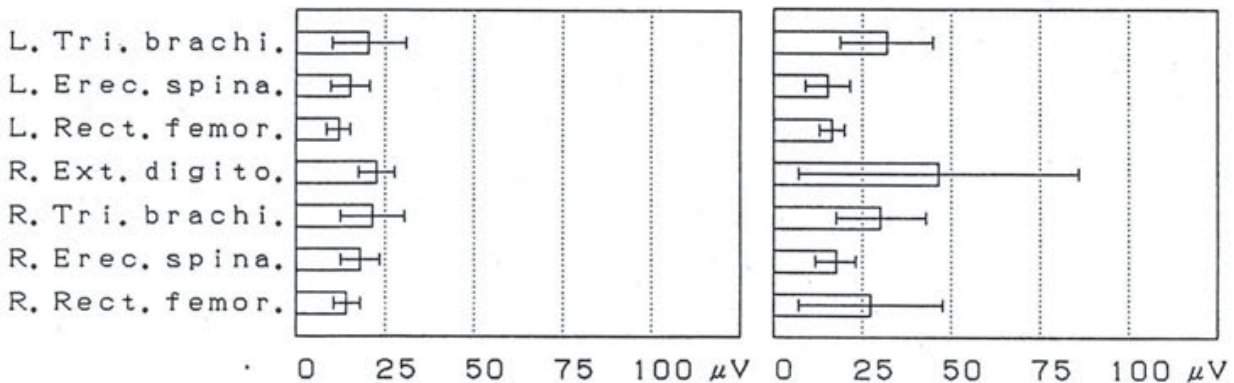
from 1 to 128



## 左→右傾斜時筋放電

[YA21] EMG data from 356 to 453

from 454 to 602

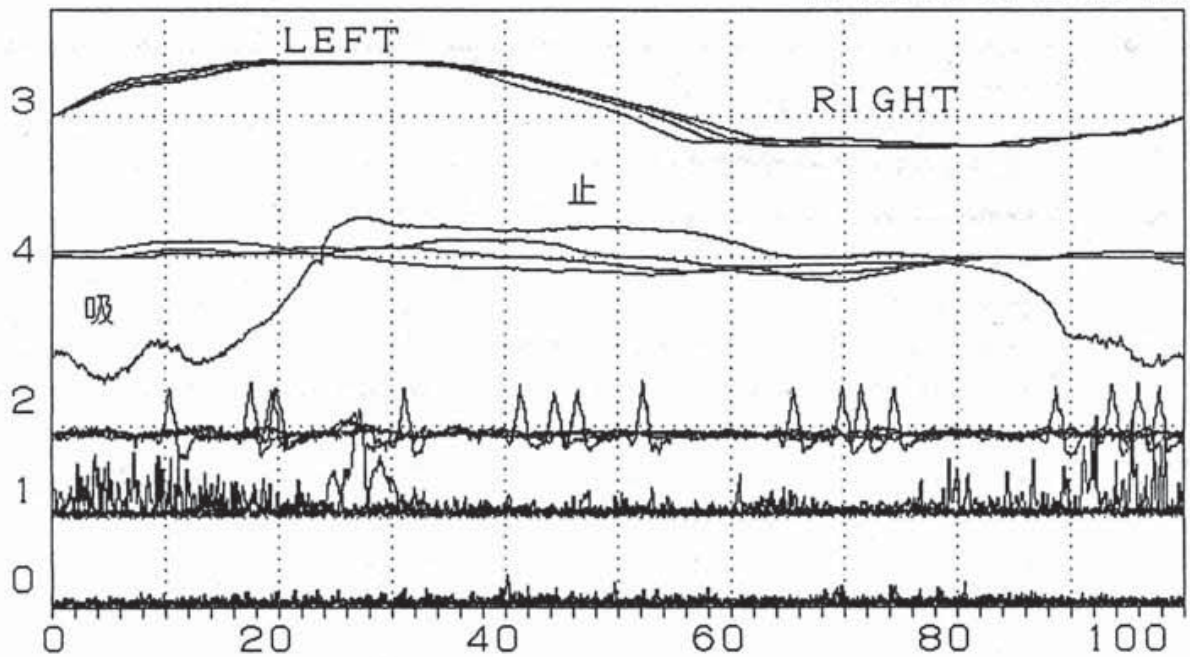


# 投足座位・左右傾斜 (傾斜板C、4月)

Y・Y (F) 13:01

EMG 400  $\mu$ V ANG 10.0°

[Y46] 4 cycle  
2040.630 msec  
HR=123.991 FR=29.403/min



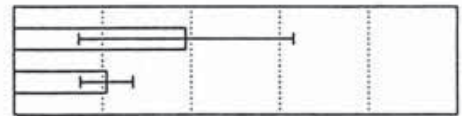
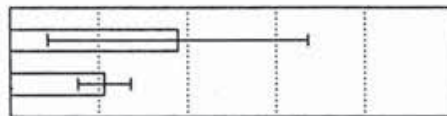
0. R. TRI. BRACHI. 1. L. TRI. BRACHI. 2. ECG. R WAVE 3. PLATE TILT A.  
4. RESP. (MA. E/I)

## 右→左傾斜時筋放電

(Y461) EMG data from 855 to 1000

from 1 to 117

L. Tri. brachi.  
R. Tri. brachi.



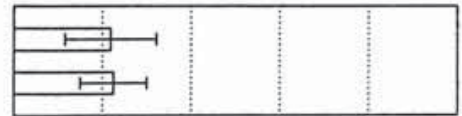
0 25 50 75 100  $\mu$ V 0 25 50 75 100  $\mu$ V

## 左→右傾斜時筋放電

(Y461) EMG data from 385 to 535

from 536 to 622

L. Tri. brachi.  
R. Tri. brachi.



0 25 50 75 100  $\mu$ V 0 25 50 75 100  $\mu$ V



# 投足座位・左右傾斜 (傾斜板C、12月)

Y・Y (F) 13:08

EMG 400  $\mu$ V | ANG 10.0°

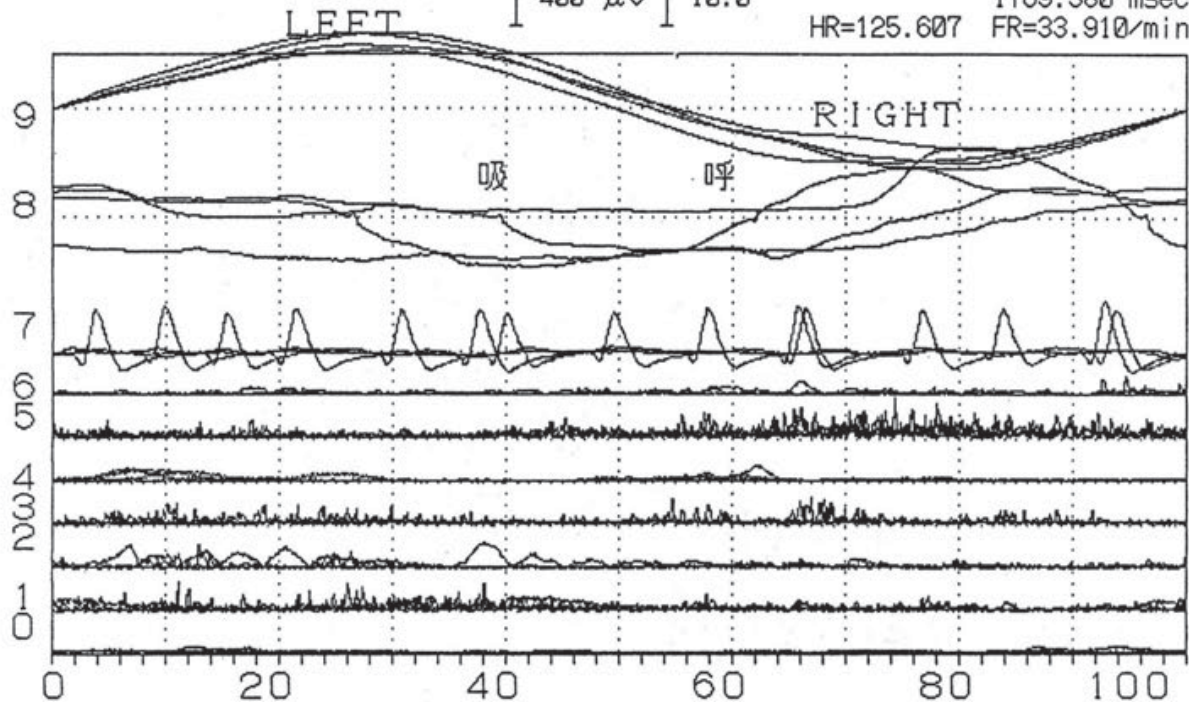
[YK1]

4 cycle

1769.380 msec

HR=125.607

FR=33.910/min

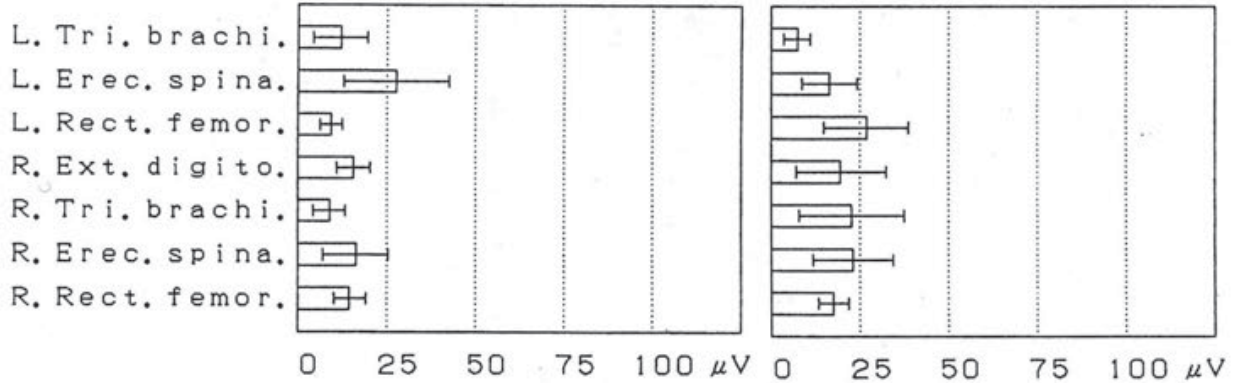


0. R. RECT. FEMOR. 1. R. EREC. SPINA. 2. R. TRI. BRACHI. 3. R. EXT. DIGITO.  
 4. L. RECT. FEMOR. 5. L. EREC. SPINA. 6. L. TRI. BRACHI. 7. ECG. R WAVE  
 8. RESP. (MA.E/I) 9. PLATE TILT A.

## 右→左傾斜時筋放電

[YK1] EMG data from 889 to 1000

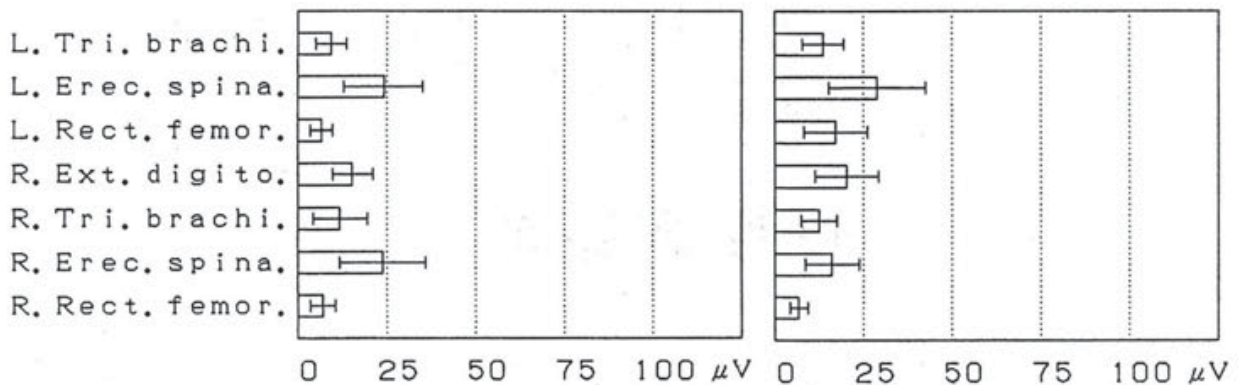
from 1 to 140

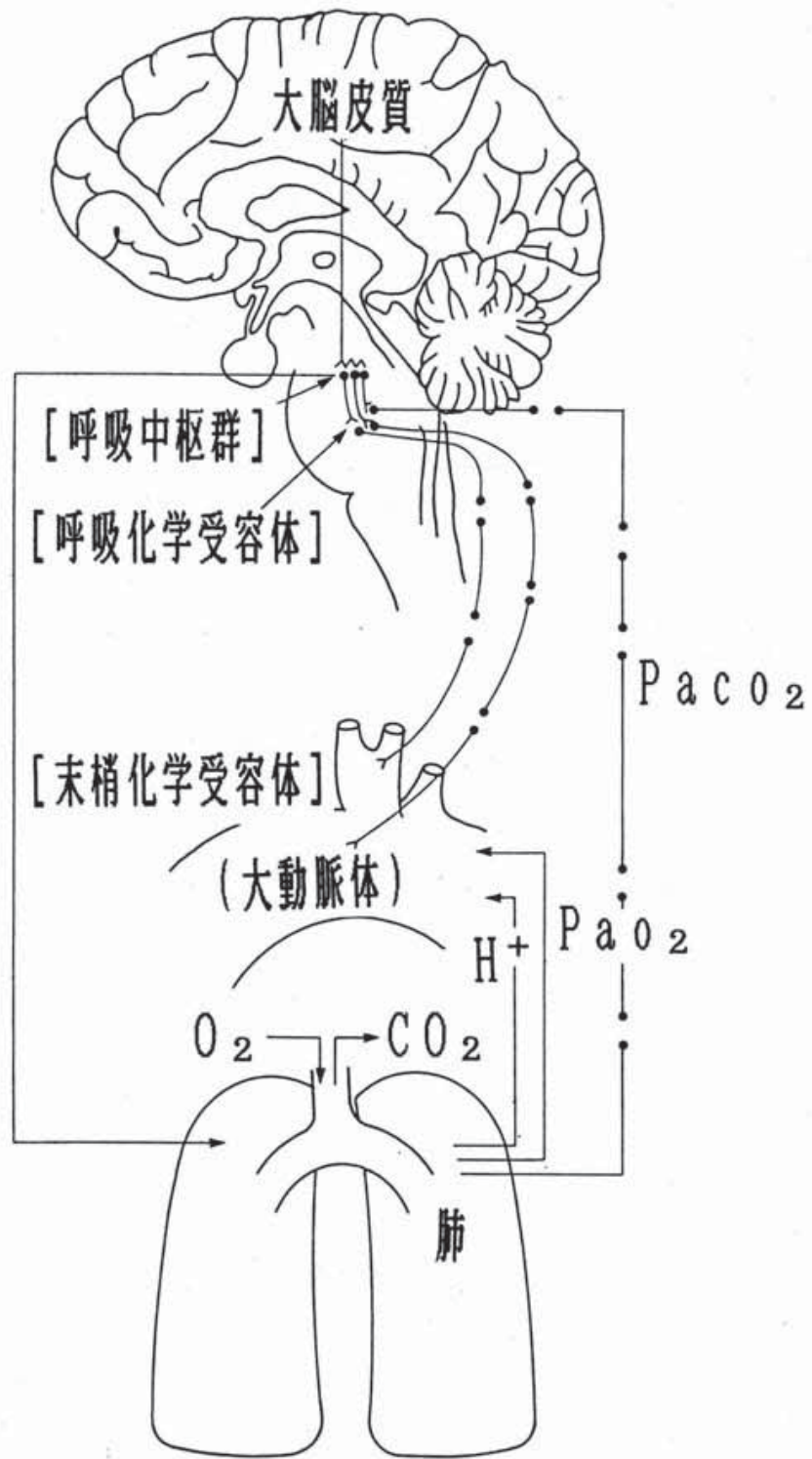


## 左→右傾斜時筋放電

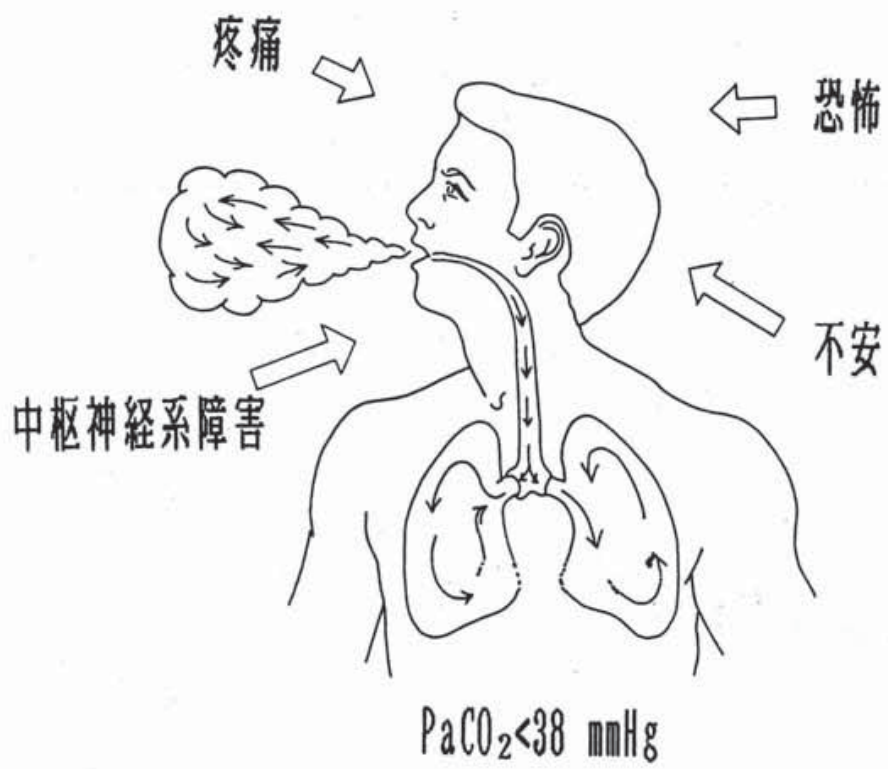
[YK1] EMG data from 405 to 528

from 529 to 652





## 呼吸調節系



### 過換気のみかニズム



# 研究雑話(149)

障害児教育・動作学誌上実習(67)

藤井力夫

## 姿勢反射の発達とリズム運動の習熟(47)

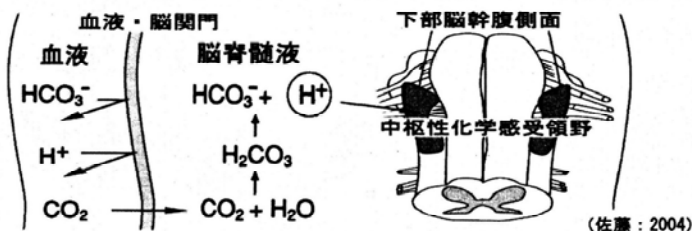
### 延髄での炭酸ガス分圧・感受、媒介は脳脊髄液・pH。

前回は、投足座位で傾斜板を左右に揺らした時の肺胞でのガス交換、とくに炭酸ガス分圧の応答についてお話をしました。揺らしは、投足座位姿勢で、毎25回程度、左右傾斜角

約10度です。これに対する予期的な上肢の保護伸展と呼気調息の同期が、ガス交換を活性化させ、炭酸ガス分圧を最適な範囲に引き込んだと考えられます。動脈血・炭酸ガス分

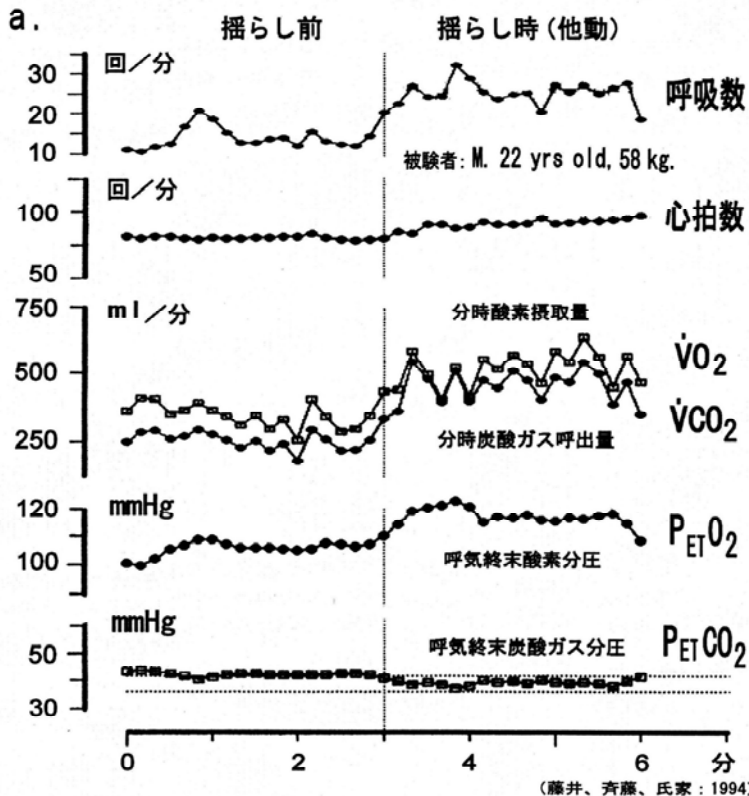
揺らし実施。最下段の炭酸ガス分圧を見て下さい。炭酸ガス分圧は2本の横破線(38~42mmHg)に引き込まれ、呼吸数、換気量、酸素摂取量等はこれに対応傾向にあります。

#### A. 炭酸ガスの化学受容は中枢、脳脊髄液を介した延髄腹外側野。

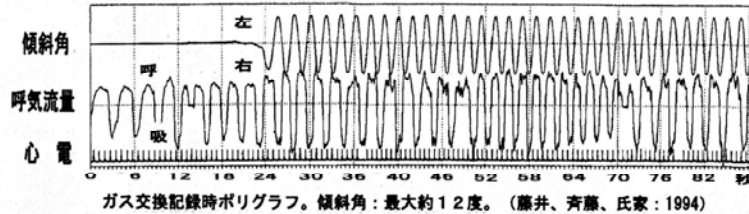


注)、酸素(O<sub>2</sub>)の化学受容器は末梢にあり、頸動脈小体と大動脈小体がそれぞれ、動脈血の酸素分圧(P<sub>O<sub>2</sub></sub>)の低下により刺激され、呼吸を促進する。これに対し、炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)の化学受容は中枢で、脳脊髄液の水素イオン(H<sup>+</sup>)を介して延髄の腹外側野で感受される。脳血管と脳との機能的関門、血液・脳関門は、炭酸ガスは通すが、水素イオンや重炭酸イオン(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)は通さない。通過した炭酸ガスは、脳脊髄液のなかで、水(H<sub>2</sub>O)と反応し、水素イオンと重炭酸イオンとなり、この水素イオンが延髄の化学感受野を刺激する。

#### B. 傾斜板揺らし(投足座位・左右)時の呼吸・ガス交換様態。



#### b. 上記・揺らし時ポリグラフ、傾斜角、呼吸流量曲線、心電。



圧、38mmhg から42mmhgがそれです。健常の大学生のみならず、過換気のレッツ症候郡兒・Yさんまでも効果しました。呼吸の

化学調節は、酸素よりも炭酸ガスによるとされています。なぜなのか、今回は、中枢での炭酸ガスの化学感受についてお話したいと思います。

炭酸ガス分圧を基準とする呼吸調節、ガス交換様態：図Cのbに、揺らし時の大学生にみるポリグラフ；左右傾斜角、呼気流量曲線、心拍変動。同・aにガス交換様態：呼吸数、心拍数、分時酸素摂取量、分時炭酸ガス排出量の変動。中央・垂破線から

血液の水素イオン濃度、弱アルカリ、pH7.42~7.38での酸塩基平衡：血液は、水素イオン濃度、pH7.6以上でも、7.0以下でも生きていけません。血液による生体制御は、pH7.42から7.38を基準とし、炭酸ガス分圧では38~42mmHgに相当します。

酸素の化学受容は末梢、炭酸ガスは中枢、延髄・腹外側野：酸素の化学受容は末梢で、頸動脈分岐部にある頸動脈小体と、大動脈弓部付近に散在する大動脈体でなされます。呼吸中枢へはそれぞれ舌咽神経と迷走神経を介し、酸素分圧が高ければ呼吸を抑制し、低いと亢進します。

延髄・腹外側野での化学感受、媒介は脳脊髄液の水素イオン濃度：これに対し、炭酸ガスの感受は中枢で、延髄腹外側野でなされます(図A)。但し、血液と脳との関門、血液脳関門は、炭酸ガスは通過できますが、水素イオンや重炭酸イオンは通しません。炭酸ガスは、脳脊髄液で水と反応し、重炭酸イオンと水素イオンになります。この水素イオンが延髄腹外側野にある化学感受領を刺激、呼吸を促進します。血液脳関門からの炭酸ガスの拡散は非常に速く、炭酸ガスの分圧変化・感受に要する時間は数秒とのことです。脳脊髄液の水素イオン濃度は、血液のそれよりも僅かに弱く、pH7.30からpH7.40の間で調節されています。

# 研究雑話(150)

障害児教育・動作学誌上実習(68)

藤井力夫

## 姿勢反射の発達とリズム運動の習熟(48)

### 「吸気からの息止め」、不安による過換気の一特徴。

前回は、炭酸ガスの分圧が呼吸のあり方を調節しているというときの、中枢での仕組みについてお話ししました。酸素の感受が末梢でなされるのに対して、炭酸ガスのそれは中

枢(延髄・腹外側野)で、かつ動脈血から直接ではなく、脳脊髄液での水素イオン濃度を媒介としていました。炭酸ガスが多くなると、水素イオン濃度は酸性に傾き、少なくなる

これでは、吐き出しの弱いまま、吸気へと移行することになります。

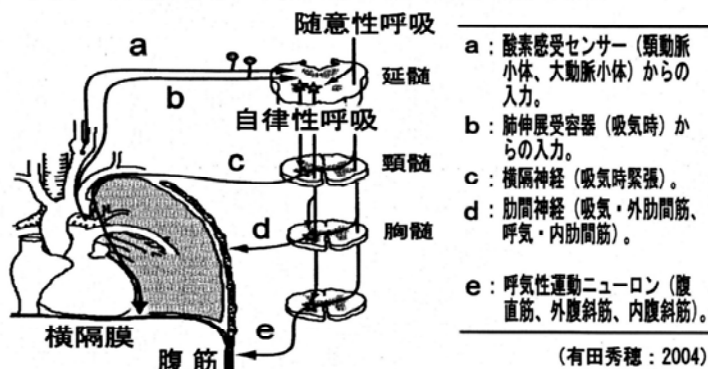
**揺らし時、ガス交換の実際：**同 a は、Yさんにおける揺らし時の呼吸・ガス交換の様態です(分析器等、雑話 148 参照)。中央・垂破線から揺らしを開始。呼気終末炭酸ガス分圧は正常値近くになっていきます。分時あたりの炭酸ガス排出量も上がり、酸素摂取量も増えています。呼吸数は揺らしのテンポに同期し、毎分 25 回程度です。ただし、心拍数は、全体として高い傾向にあります。本児の不安な気持ちのみならず、吸気主導を反映して、「RR 間隔」が短くなったものと考えられます。

**横隔膜の緊張か、腹筋群の緊張か、呼気からの息止め：**同じ息止めで、呼気後は能動的な意味を持ちます。図 A は、呼吸の神経回路・模式図です。吸気は、どちらかと言えば、末梢からの酸素感受による自律的な呼吸で、主として横隔膜の緊張です(図中 c の流れ)。これに対し、呼気は、炭酸ガスの感受による意識的なそれで、呼気運動ニューロンによります(同 e の流れ)。それゆえ、同じ息止めで、吸気後は横隔膜の緊張ですが、呼気後は腹筋群によります。呼気から吸気への切換点を「安静呼気位」と呼びました(雑話 143)。呼気後の息止めは、まさにこの呼気位の持続を意味します。金槌など道具使用の習熟には、この位相の利用が有益でした(同)。また、呼吸の脳神経・伝達物質からは、呼気後の息止めは、吸気切換時の爽やか効果に干渉するとのこと。

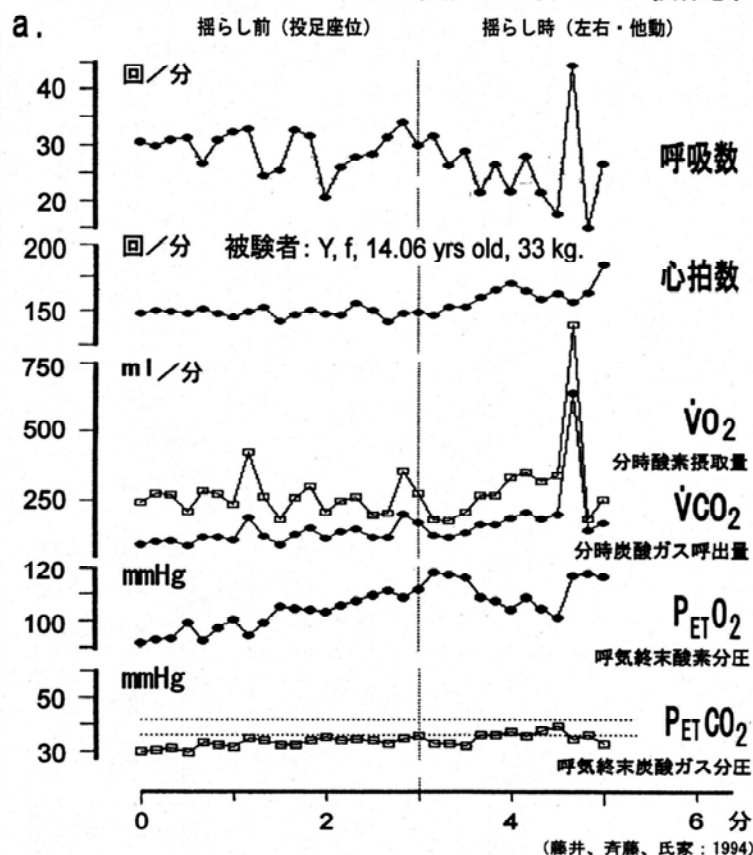
とその逆です。濃度を一定に維持しようとするこの機構が呼吸調節を担い、これが最適なとき、身体のみならず、こころも爽やかになります。この意味でこの間紹介してきたレッツ症候群児の Y さんは深刻です。何よりも爽やかな心地よいと思えます。今回は、不安にともなう「息止め」の問題をめぐってお話ししたいと思います。

**吸気からの息止め：**Yさんの息止めは吸気後です。図 C の b に揺らし時の呼吸流量曲線を示しました(2ch)。吸気後、呼気開始時に息止めが観察されます。

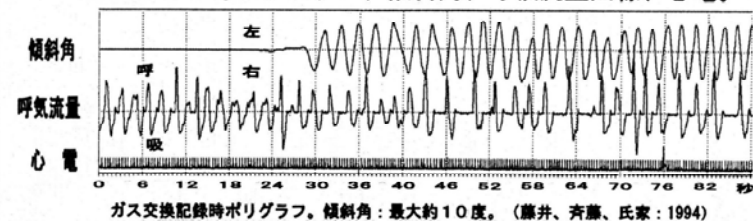
#### A. 呼吸の神経回路、自律性呼吸と随意性呼吸。

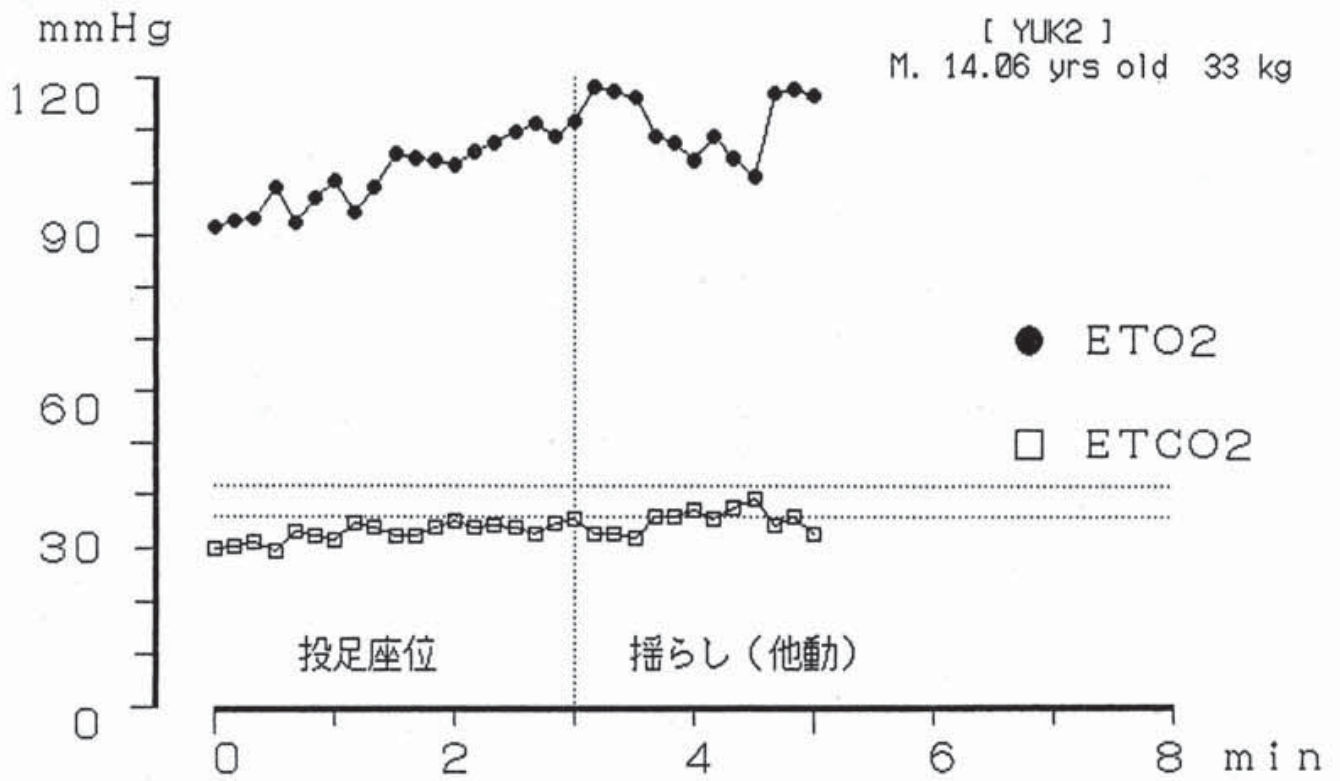
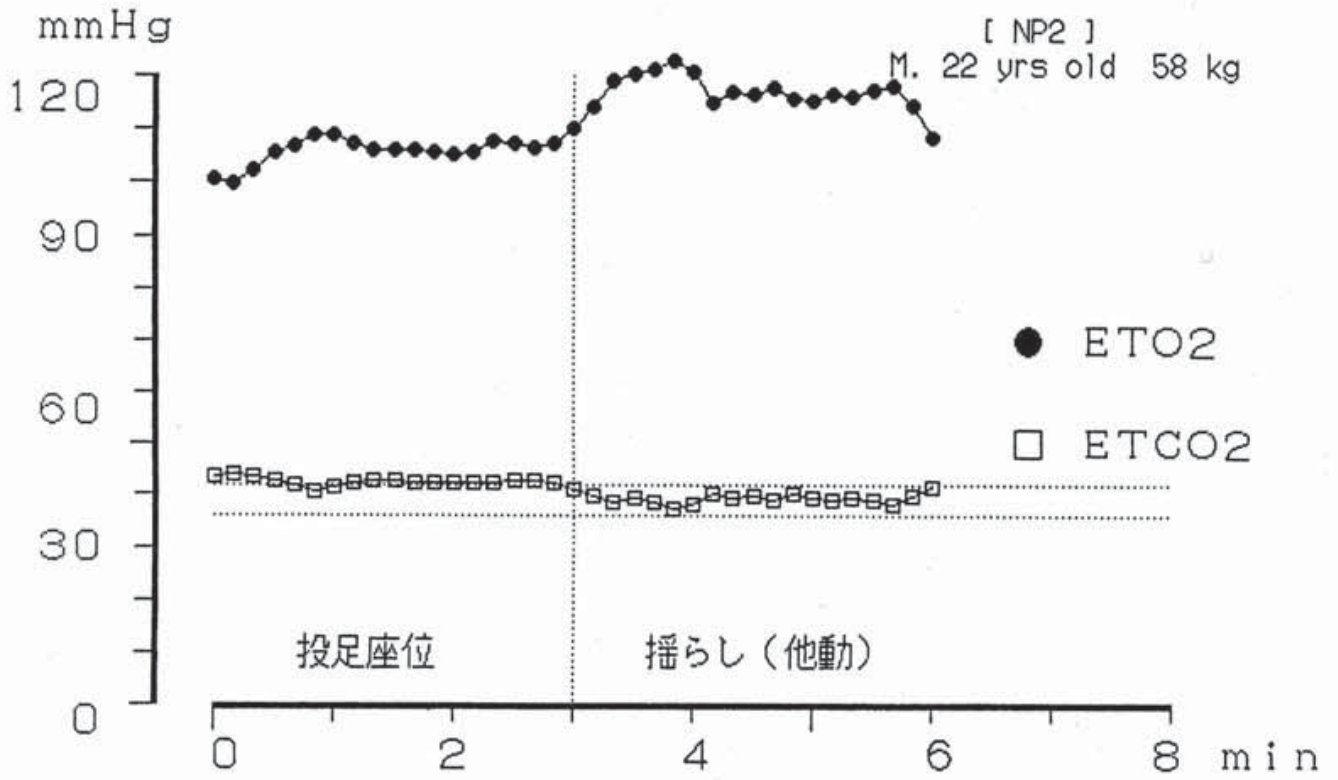


#### B. レッツ症候群児・Yさんの傾斜板揺らし時、ガス交換様態。



#### b. 上記・揺らし時ポリグラフ、傾斜角、呼吸流量曲線、心電。







# 投足座位・左右傾斜（傾斜板C） 3才児

T・H (M) 3:00

EMG 400  $\mu$ V ANG 10.0°

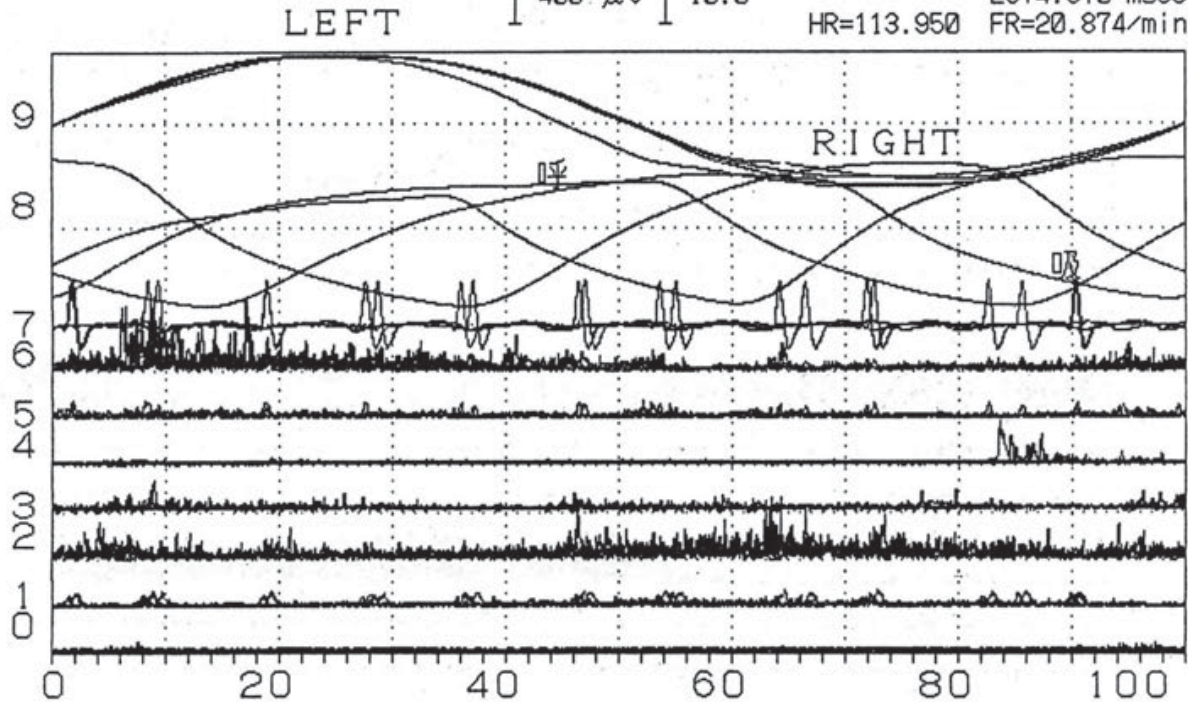
[YC11]

4 cycle

2874.370 msec

HR=113.950

FR=20.874/min

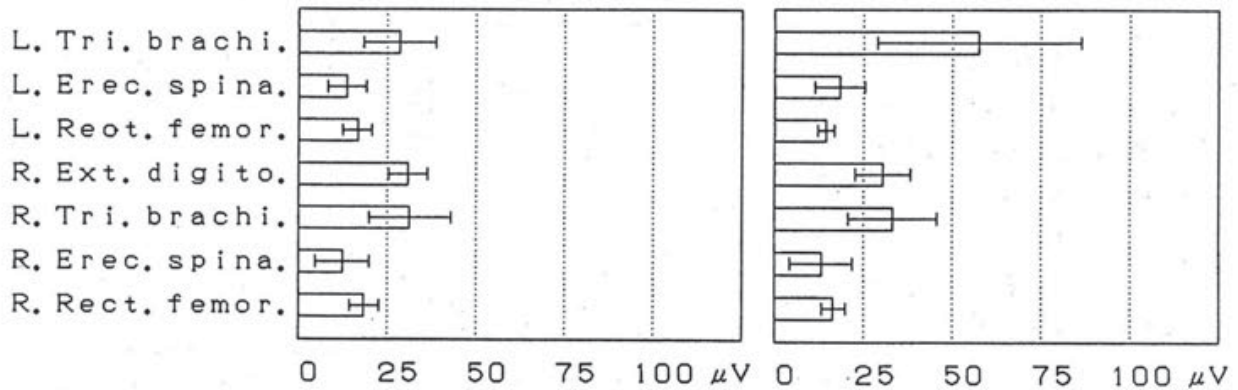


0.R.RECT.FEMOR. 1.R.EREC.SPINA. 2.R.TRI.BRACHI. 3.R.EXT.DIGITO.  
 4.L.RECT.FEMOR. 5.L.EREC.SPINA. 6.L.TRI.BRACHI. 7.ECG.R WAVE  
 8.RESP.(MA.E/I) 9.PLATE TILT A.

## 右→左傾斜時筋放電

[YC11] EMG data from 876 to 1000

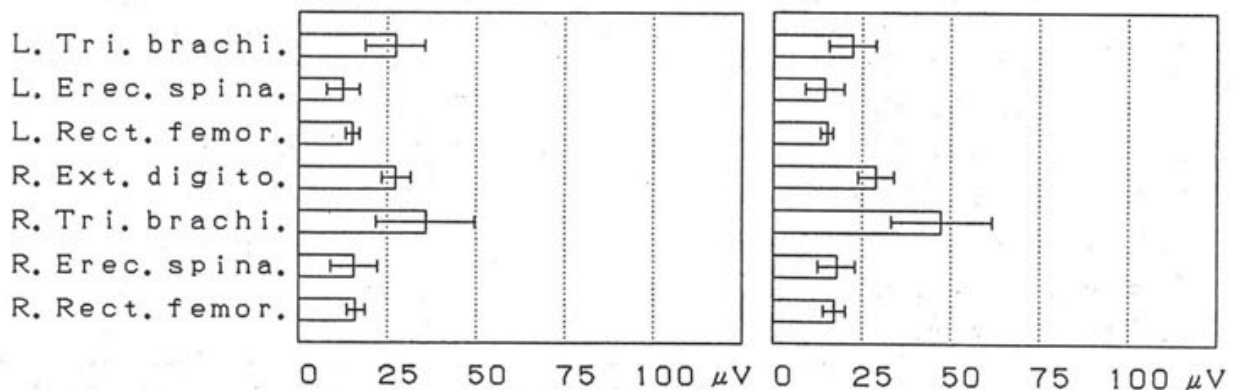
from 1 to 127



## 左→右傾斜時筋放電

[YC11] EMG data from 375 to 494

from 495 to 622

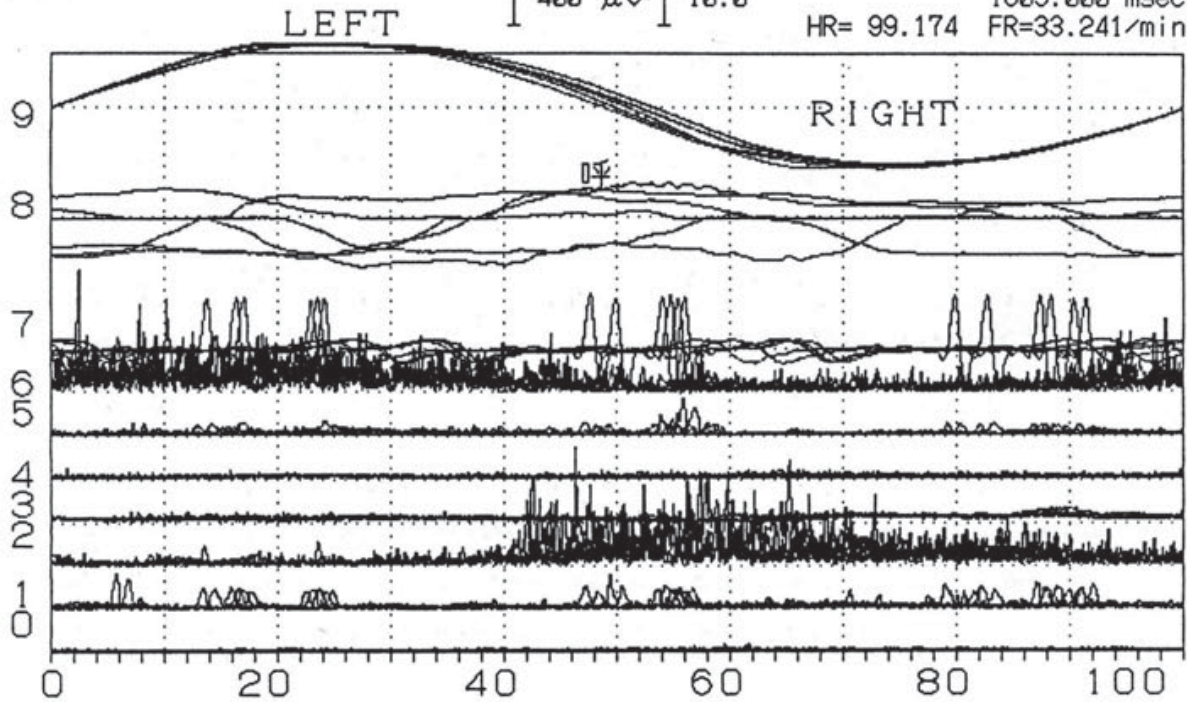


# 投足座位・左右傾斜 (傾斜板C) 5才児

E・T (M) 5:02

EMG 400  $\mu$ V ANG 10.0°

[YD1] 6 cycle 1805.000 msec  
HR= 99.174 FR=33.241/min

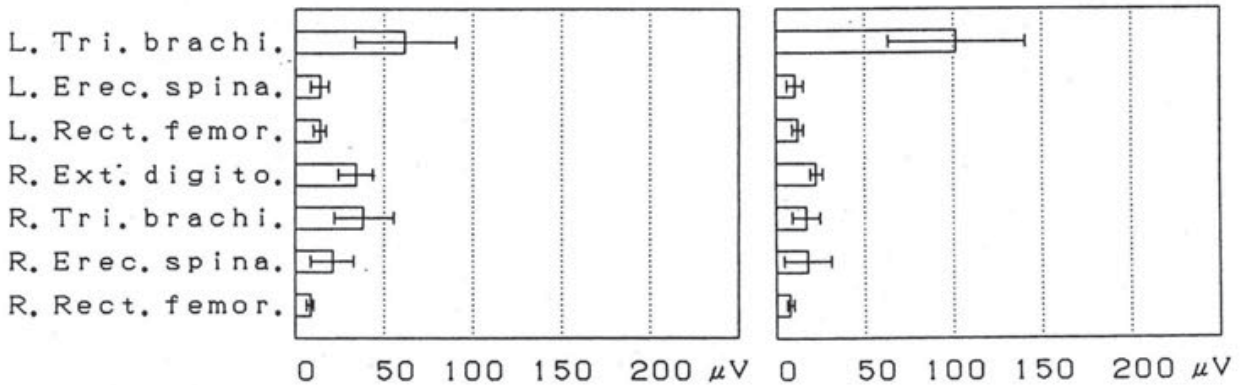


0. R. RECT. FEMOR. 1. R. EREC. SPINA. 2. R. TRI. BRACHI. 3. R. EXT. DIGITO.  
4. L. RECT. FEMOR. 5. L. EREC. SPINA. 6. L. TRI. BRACHI. 7. ECG. R WAVE  
8. RESP. (MA. E/I) 9. PLATE TILT A.

## 右→左傾斜時筋放電

[YD11] EMG data from 876 to 1000

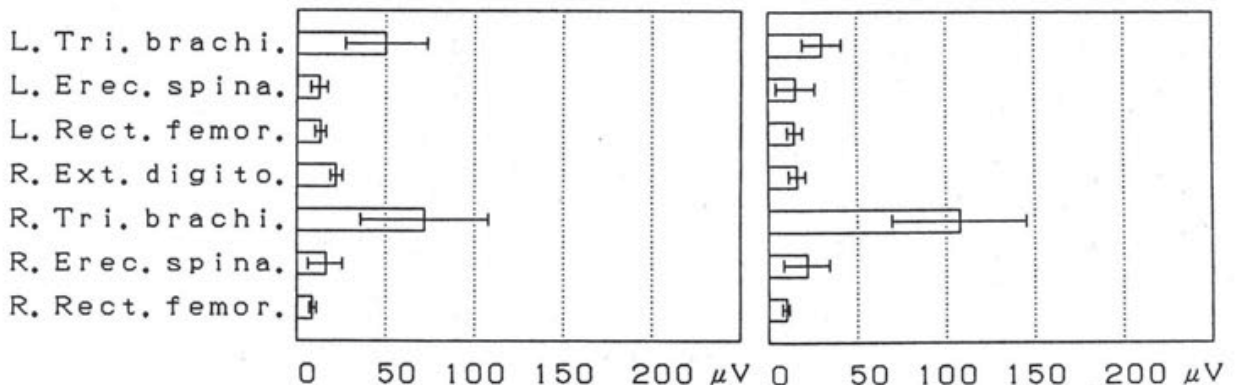
from 1 to 116



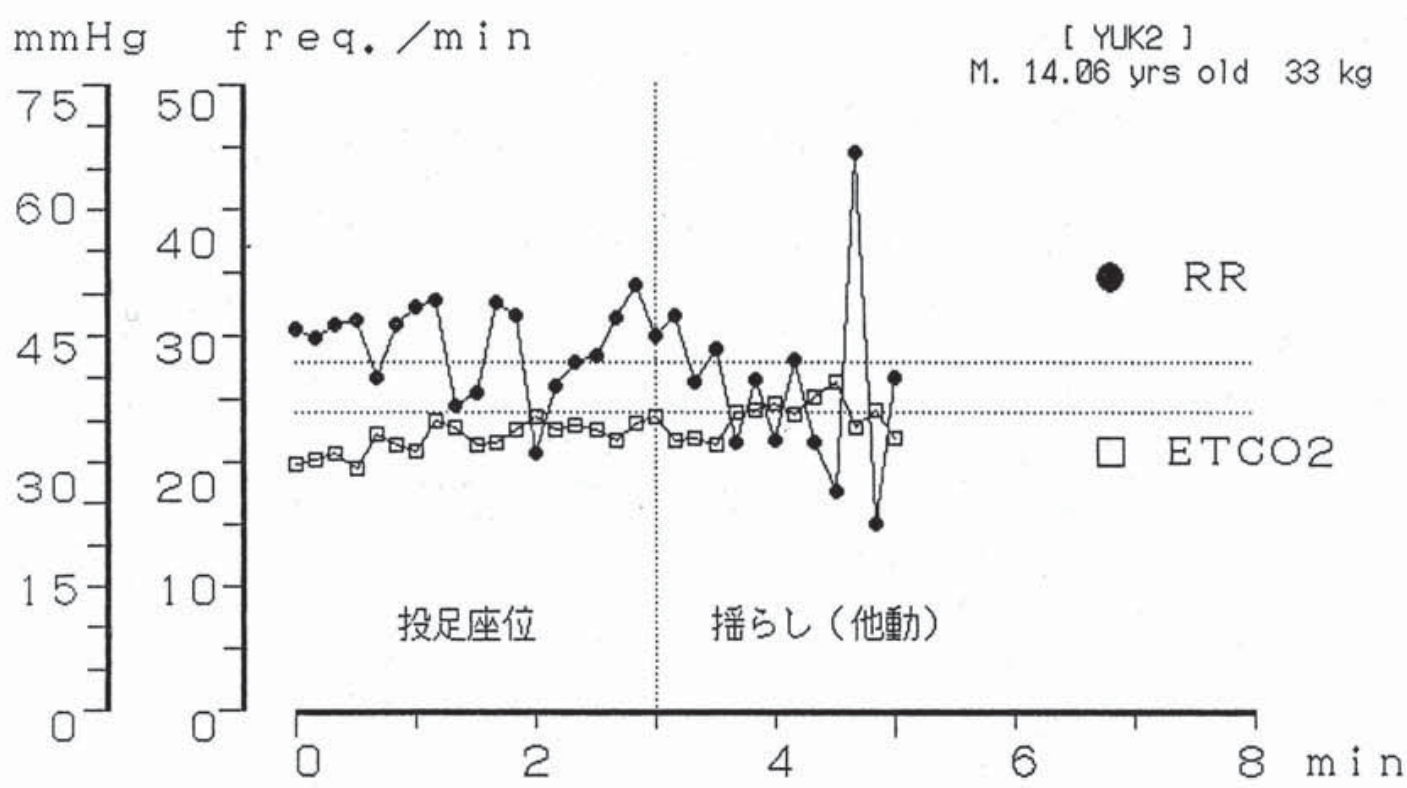
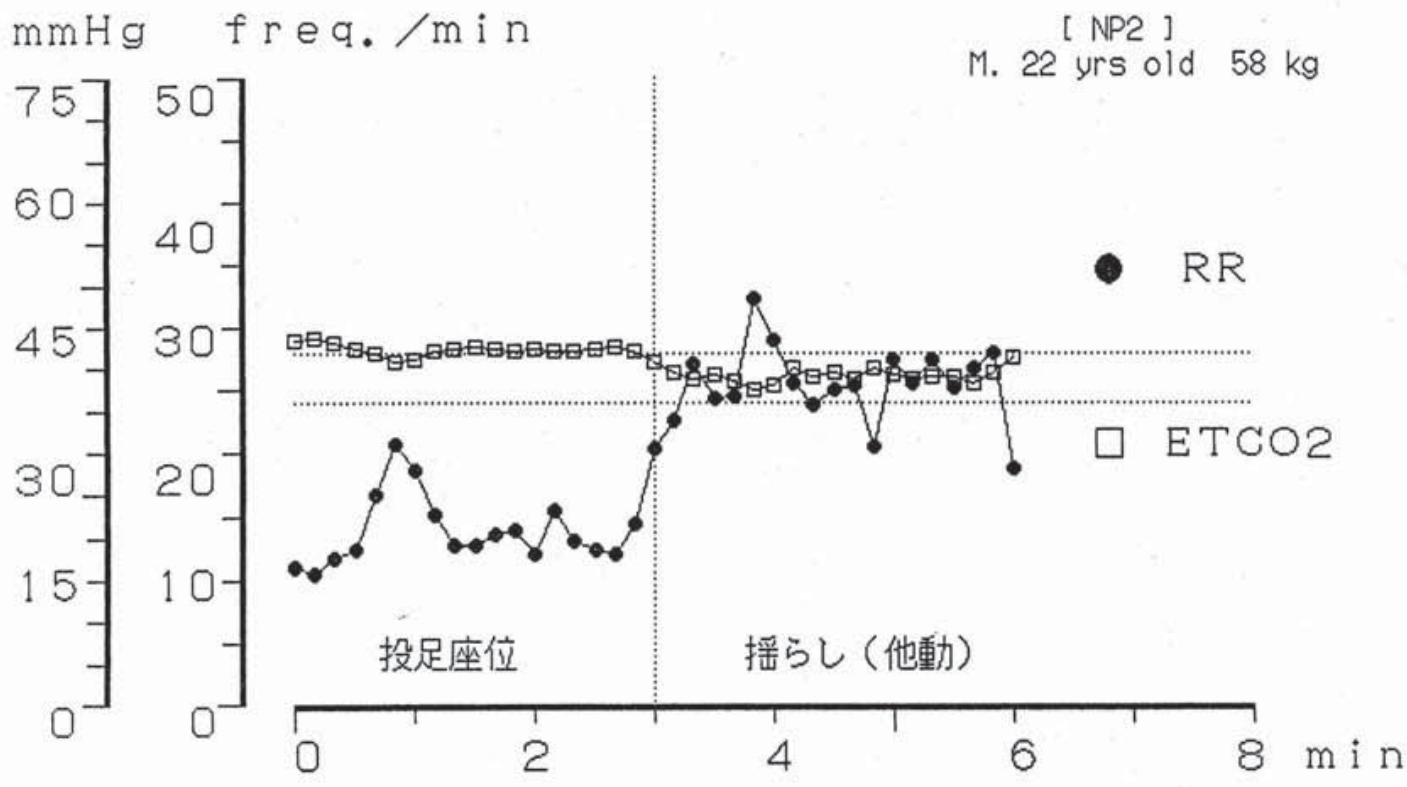
## 左→右傾斜時筋放電

[YD11] EMG data from 372 to 511

from 512 to 631







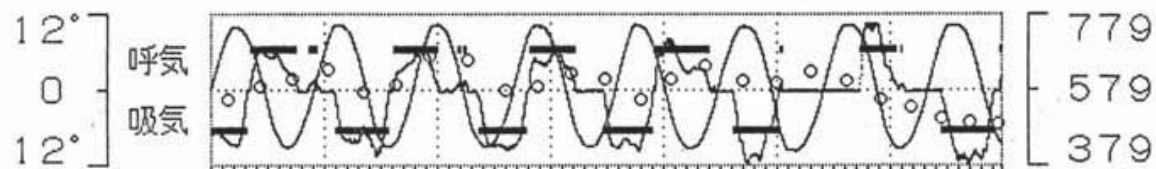


## 呼吸と心拍動の揺らぎ (投足座位・左右傾斜) 5才児

[ YD1 ] E. T (M) 5:02

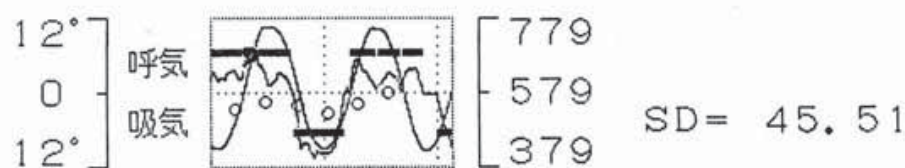
左右傾斜 (座位投足/水平傾斜台)

LEFT R-R (msec)



RIGHT 0 2 4 6 8 10 12 sec

LEFT R-R (msec)



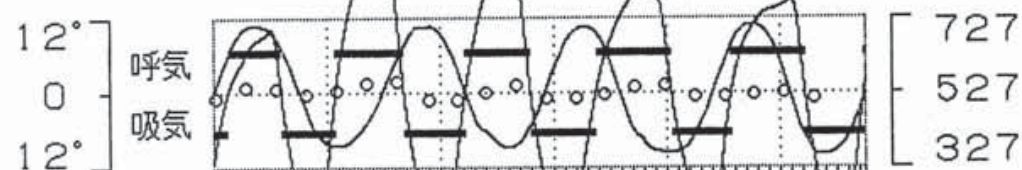
RIGHT 14 16 18 sec

## 呼吸と心拍動の揺らぎ (投足座位・左右傾斜) 3才児

[ YC1 ] T. H (M) 3:00

左右傾斜 (座位投足/水平傾斜台)

LEFT R-R (msec)



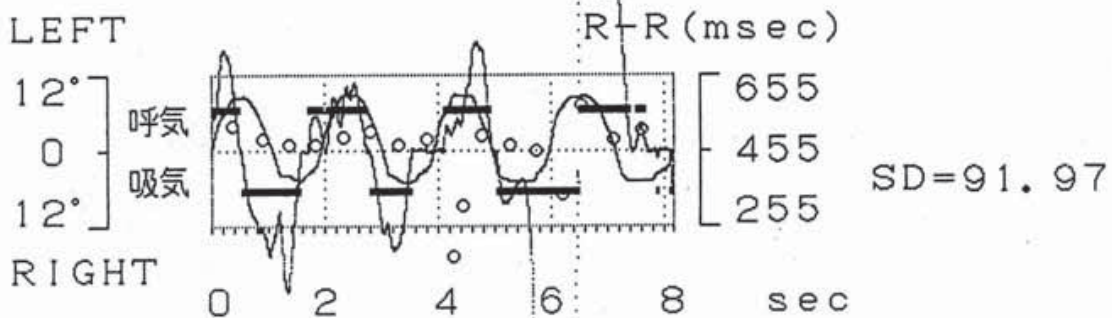
RIGHT 0 2 4 6 8 10 sec

SD = 15.03

# 呼吸と心拍動の揺らぎ (投足座位・左右傾斜) 4月時

[ Y46 ] Y. Y (F) 13:01

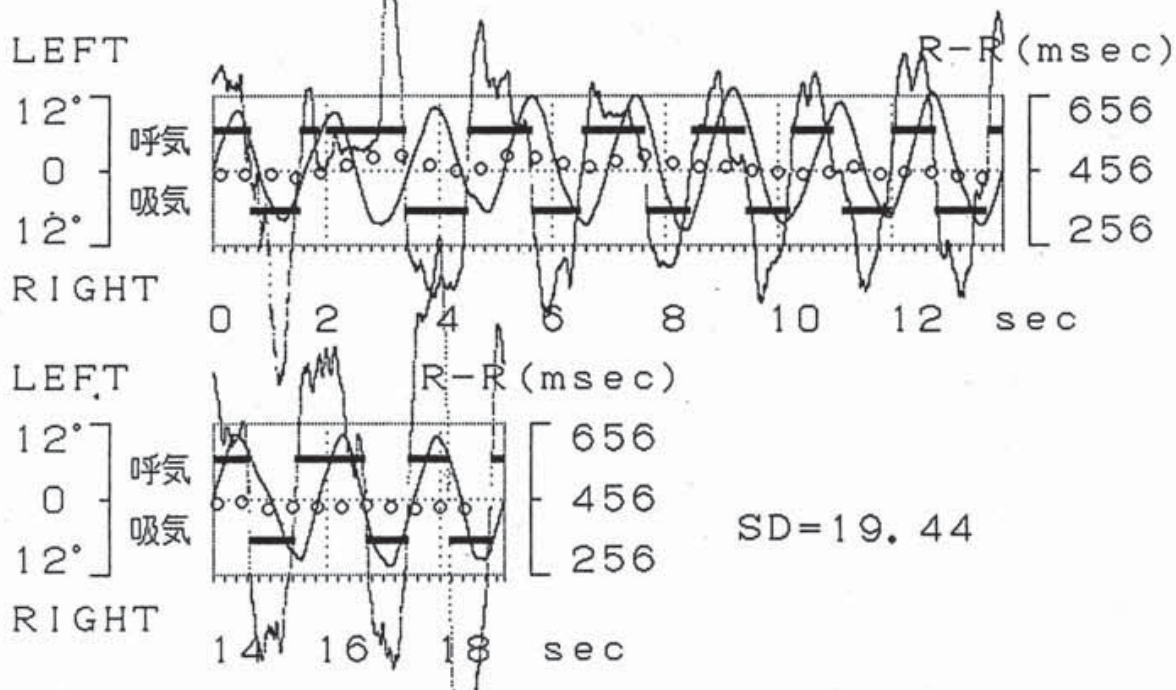
左右傾斜 (座位投足/水平傾斜台)



# 呼吸と心拍動の揺らぎ (投足座位・左右傾斜) 12月時

[ YK1 ] Y. Y (F) 13:08

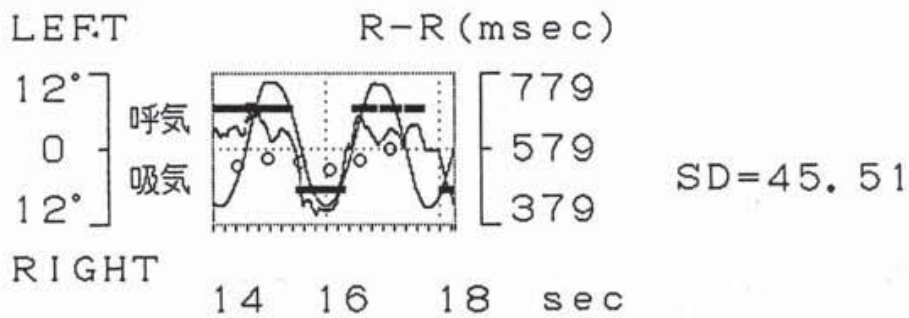
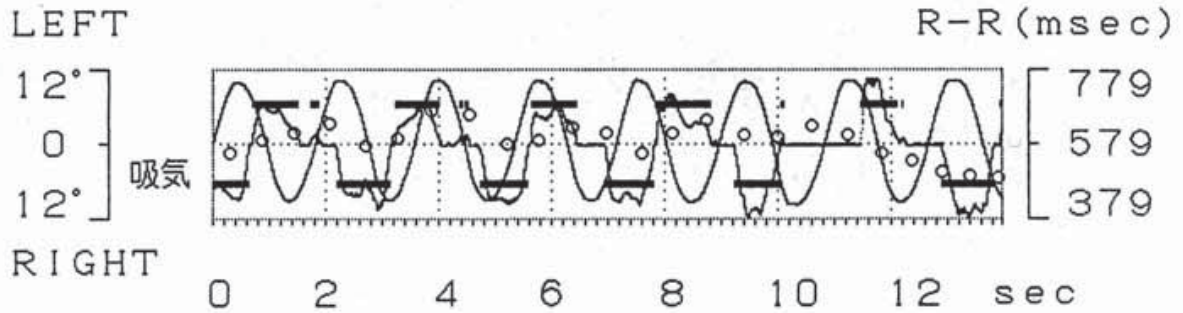
左右傾斜 (座位投足/水平傾斜台)



## 呼吸と心拍動の揺らぎ (投足座位・左右傾斜) 5才児

[ YD1 ] E. T (M) 5:03

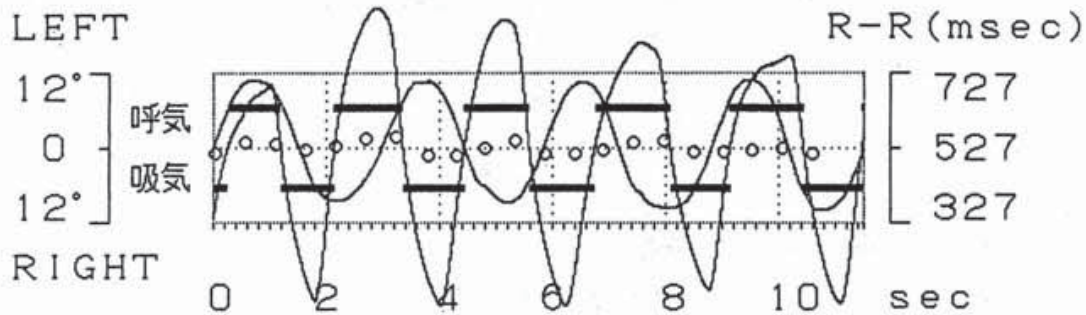
左右傾斜 (座位投足/水平傾斜台)



## 呼吸と心拍動の揺らぎ (投足座位・左右傾斜) 3才児

[ YC1 ] T. H (M) 3:00

左右傾斜 (座位投足/水平傾斜台)



SD=15.03