Το παρόν άρθρο δημοσιεύεται μόνο στα ελληνικά, με την άδεια του περιοδικού PEAK PERFORMANCE. Συνδεθείτε στο www.pponline.co.uk

Ανάλυση μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας. Ένα προπονητικό εργαλείο που δεν μπορείς να αγνοήσεις.

Με μια ματιά.

● Δίδεται μια γενική παρουσίαση της θεωρίας σχετικά με την ανάλυση της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας (Heart Rate Variability Analysis - HRVA) για τον προσδιορισμό της προπονητικής έντασης.

● Παρουσιάζονται νέες αποδείξεις για την αποτελεσματικότητα της HRVA και του συνδέσμου της με το αναπνευστικό κατώφλι.

● Δίδονται βήμα προς βήμα οδηγίες για την χρήση της HRVA βασιζόμενες στην τελευταία έρευνα, για αθλητές με τον κατάλληλο καταγραφέα καρδιακής συχνότητας που θέλουν να χρησιμοποιήσουν την θεωρία στην προπόνησή τους.

Η Ανάλυση της Μεταβλητότητας της Καρδιακής Συχνότητας (HRVA) μετατρέπεται γρήγορα σε ένα πολύμορφο όργανο για προπονητές και αθλητές. Σε αυτό το άρθρο ο Alan Ruddock παρέχει επιπλέον αποδείξεις για την αποτελεσματικότητα της HRVA και δείνει βήμα προς βήμα οδηγίες για τους αθλητές και τις αθλήτριες, που θέλουν να χρησιμοποιήσουν την HRVA ως καταγραφικό εργαλείο για βελτίωση της προπονητικής απόκρισης.

Στα αθλήματα αντοχής, χρησιμοποιούνται αρκετοί "δείκτες αντοχής" για παρακολούθηση των αθλητών, εκτίμησης των αποτελεμάτων της προπόνησης και προσδιορισμού της προπονητικής έντασης. Τα πιο συχνά εφαρμοζόμενα μοντέλα είναι το **αναπνευστικό κατώφλι (VT)**(η ένταση της προπόνησης κατά την οποία παρατηρείται η πρώτη μη ευθύγραμμη αύξηση στον πνευμονικό αερισμό και την κατανάλωση οξυγόνου) και το **σημείο αναπνευστικής αντιρόπισης (RCP)**(η ένταση της προπόνησης κατά την οποία παρατηρείται υπέρ-αερισμός, λόγω της αύξησης παραγωγής CO2). Συνήθως, για να προσδιοριστούν αυτοί οι δείκτες αντοχής, οι αθλητές υπόκεινται σε μια δοκιμασία αυξανόμενης άσκησης θεληματικής εξάντλησης, είτε εντός ενός εργαστηρίου φυσιολογίας και άλλες φορές όχι απαραιτήτως σε αυτό.

Το VT και το RCP προσδιορίζονται χρησιμοποιώντας εξοπλισμό ανάλυσης των αναπνευστικών αερίων, τα οποία μετρούν συνεχώς τις συγκεντρώσεις οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα και την ροή εισπνεόμενου και εκπνεόμενου αέρα από τους αθλητές κατά την διάρκεια του έργου. Καθώς η ένταση της άσκησης αυξάνει κατά την διάρκεια της δοκιμασίας, το ίδιο συμβαίνει και με την παραγωγή γαλακτικού οξέως και ιόντων υδρογόνου, ενώ καθώς το σώμα προσπαθεί να ελέγξει το υδρογόνο προκαλείται μια αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα. Η αντίδραση του οργανισμού είναι να αυξήσει τον **πνευμωνικό αερισμό** (συνολικός όγκος εισπνεόμενου και εκπνεόμενου αέρα) για να αποβάλλει το διοξείδιο του άνθρακα.

Το χρονικό σημείο που το γαλακτικό οξύ αρχίζει να συγκεντρώνεται ταχύτατα στο αίμα, προκαλώντας αύξηση του αερισμού είναι σημαντικό για τους αθλητικούς επιστήμονες γιατί αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ αυτών των δεικτών και της απόδοσης αντοχής. Για παράδειγμα, η δρομική ταχύτητα ενός αθλητή με συγκέντρωση γαλακτικού οξέως στα 2,5mmol/L-1 φαίνεται να προβλέπει την απόδοση σε αποστάσεις αγωνισμάτων όπως το 10.000μ και ο μαραθώνιος (1).

Το πρόβλημα, όμως, είναι ότι η εκτίμηση του γαλακτικού οξέως και του πνευμωνικού αερισμού περιορίζεται από τα πρωτόκολλα των εργαστηρίων και τον ακριβό εξοπλισμό τους, που με την σειρά τους κάνουν την μέτρηση μεγάλου αριθμού αθλητών εξαιρετικά δύσκολη. Κατά συνέπεια, έχει προταθεί μια φθηνή και μη επιθετική μέθοδος εκτίμησης του αναπνευστικού κατωφλιού χρησιμοποιώντας την HRVA.

Η HRVA αποτελεί μια μη επιθετική εκτίμηση του ελέγχου της καρδιακής συχνότητας από το **αυτόνομο νευρικό συστήμα (ANS)**(το τμήμα του περιφερικού νευρικού συστήματος που λειτουργεί ως σύστημα ελέγχου, ρυθμίζοντας διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες μέσα στο σώμα).

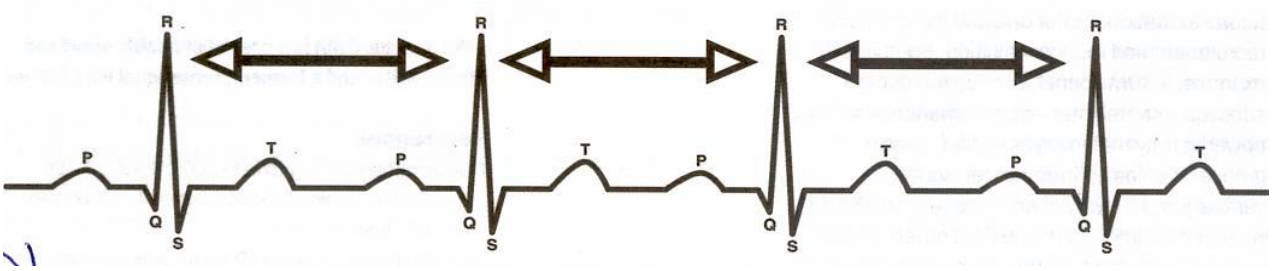
Η μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας αντικατοπτρίζει τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των κορυφώσεων R του συμπλέγματος QRS που απεικονίζεται σε ένα ηλεκτροκαρδιαγράφημα (βλέπε εικόνα 1 για επεξήγηση).

Το **ANS** λειτουργεί ανεξάρτητα από την συναίσθηση ή την θέληση και ρυθμίζει μεγάλο αριθμό λειτουργιών του σώματος μέσω των συμπαθητικών και των παρασυμπαθητικών νεύρων. Η δραστηριότητα των συμπαθητικών νεύρων συστέλει τα αιμοφόρα αγγεία, μειώνει την γαστρική κινητικότητα, συστέλει του σφιγκτήρες μυς και αυξάνει την καρδιακή συχνότητα ενώ τα παρασυμπαθητικά νεύρα έχουν ακριβώς τα αντίστροφα αποτελέσματα. Στον καρδιακό ιστό, οι απολήξεις των συμπαθητικών νεύρων βρίσκονται πάνω στο **μυοκάρδιο** (ο μυικός ιστός της καρδιάς), ενώ εκείνες των παρασυμπαθητικών νεύρων βρίσκονται στον **φλεβοκόμβο** (ο εσωτερικός βηματοδότης της καρδιάς)**,** το κολπικό μυοκάρδιο και τον **κολποκοιλιακό κόμβο** (ειδικευμένος καρδιακός ιστός που επάγει ηλεκτρικά ερεθίσματα)**.** Αυτά τα νεύρα δρούν μαζί, για να ελέγχουν την καρδιακή συχνότητα και την δύναμη της σύσπασης.

Μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας (HRV) και πνευμωνικός αερισμός.
Αρκετές θεωρίες έχουν προταθεί για να εξηγήσουν γιατί σχετίζονται στενά η HRV και ο πνευμωνικός αερισμός. Αυτές οι θεωρίες, προτείνουν ότι το ANS εντοπίζει αλλαγές στην πίεση του αίματος, στην χημεία των κυττάρων, στους αισθητήρες δύναμης, στον τοπικό μεταβολισμό των ιστών και των ορμονών που κυκλοφορούν στο σώμα, οι οποίες προκαλούν μια αντίδραση μέσω των νεύρων του συμπαθητικού ή του παρασυμπαθητικού συστήματος στην προσπάθεια για την διατήρηση της **ομοιόστασης** (η διατήρηση σταθερού περιβάλοντος μέσα στον οργανισμό).

Η πιο πολύ μελετημένη θεωρία σε σχέση με την HRV και την άσκηση, είναι αυτή της κολπικής αναπνευστικής αρρυθμίας (RSA). Η RSA αποτελεί μια αλληλεπίδραση μεταξύ αναπνοής και κυκλοφορίας, όπου η κανονική καρδιακή συχνότητα και η πίεση του αίματος μεταβάλονται δευτερευόντως προς την αναπνοή. Ο συγχρονισμός μπορεί να φανεί στην μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας όπου τα διαστήματα μεταξύ των κορυφώσεων R – R μικραίνουν κατά την εισπνοή και μεγαλώνουν κατά την εκπνοή.

Εικόνα 1 : Η μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας μετράται υπολογίζοντας τον χρόνο μεταξύ των κορυφών R σε ένα καρδιογράφημα.



Κατά την εισπνοή, η δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού συστήματος σχεδόν καταργείται, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την ελάτωση μεταξύ των διαστημάτων R – R. Αντιθέτως, κατά την εκπνοή, τα καρδιακά παρασυμπαθητικά νεύρα προσεγγίζουν την μέγιστη δραστηριότητά τους, επεκτείνοντας τα διαστήματα R – R (2). Σκεφθείτε το κάπως έτσι : όταν εισπνέετε, αιθάνεστε τους μύες που ελέγχουν την εισπνοή, η οποία συμβαίνει όταν κυριαρχεί το συμπθητικό σύστημα. Όταν εκπνέετε, αισθάνεστε πιο χαλαροί – αυτό συμβαίνει όταν κυριαρχεί το παρασυμπαθητικό σύστημα. Αυτός ο δεσμός μεταξύ αναπνοής και HRV, οδήγησε τους αθλητικούς επιστήμονες να ερευνήσουν την αποτελεσματικότητα της HRV για να εντοπίσουν το αναπνευστικό κατώφλι.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να αναλυθούν το δεδομένα της HRV και δεν είναι σκοπός αυτού του άρθρου να εξηγηθεί το πώς. Αντιθέτως, οι ενδιαφερόμενοι αναγνώστες μπορούν να αναζητήσουν τα στάνταρντς της HRV και της οδηγίες για κλινική χρήση, για λεπτομερή επεξήγηση(3).

Όμως, αν και η μελέτη της HRV και του αναπνευστικού κατωφλιού αποτελούν ένα νέο αντικείμενο έρευνας, στα τέλη της δεκαετίας του 80 διεξήχθη μια έρευνα που προσδιόριζαι τον VT χρησιμοποιώντας την αναπνευστική συχνότητα (αναπνοές ανά λεπτό)(4). Από τότε, το αναπνευστικό κατώφλι προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους με λογική αξιοπιστία.

Πρόσφατα, Γάλλοι ερευνητές εξέτασαν την σχέση της HRV και του αναπνευστικού κατωφλιού (5). Εξετάζοντας άτομα που έκαναν καθιστική ζωή και αθλητές, ανακάλυψαν ότι η μέθοδος της HRV που χρησιμοποίησαν, για να προσδιορίσουν το αναπνευστικό κατώφλι σχετιζόταν σε μεγάλο βαθμό με μια μέθοδο ανάλυσης αερίων για τον ίδιο σκοπό. Με άλλα λόγια, το σημείο όπου εντοπίστηκε το αναπνευστικό κατώφλι χρησιμοποιώντας ανάλυση αερίων, ήταν κοντά στο σημείο που εντοπίστηκε με την μέθοδο της HRV. Οι ερευνητές συμπέραναν ό,τι η μέθοδος HRV ήταν ένα χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό του αναπνευστικού κατωφλιού και στους αθλητές και στα άτομα που κάνουν καθιστική ζωή.

Άλλοι ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικές ἰ εθόδους ανάλυσης της HRVA για τον εντοπισμό του αναπνευστικού κατωφλιού και παρά τις διαφορές στις μεθόδους ανάλυσης σε σχέση με προηγούμενες μελέτες, βρήκαν ότι η ανάλυση της HRVA είναι ένα αξιόπιστο εργαλείο προσδιορισμού του αναπνευστικού κατωφλιού.

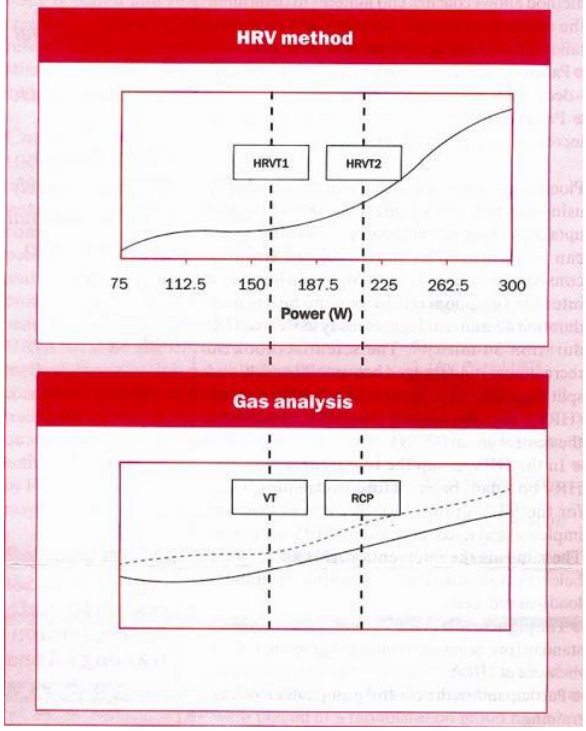
Για παράδειγμα, μια ομάδα Γάλλων χρησιμοποίησε μια βαθμιδωτή δοκιμασία σε ανοιχτό χώρο, για να προσδιορίσει εάν το αναπνευστικό κατώφλι θα μπορύσε να εντοπιστεί χρησιμοποιώντας την HRV σε επαγγελματίες Γάλλους ποδοσφαιριστές (6).

Οι ερευνητές αυτοί, χρησιμοποίησαν έναν καταγραφέα καρδικής συχνότητας Polar S810 που διατήθεται στο εμπόριο, για να καταγράψουν το διαστήματα R – R.

Μετά την ανάλυση των δεδομένων, βρήκαν ότι η ανάλυση HRV υποτιμούσε το αναπνευστικό κατώφλι VT κατά 0,25kmh-1 και το σημείο αναπνευστικής αντιστάθμισης RCP κατά 0,5kmh-1. Στατιστικά, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της μεθόδου HRV και της ανάλυσης αερίων για να προσδιοριστούν οποιαδήποτε απ΄τα κατώφλια.

Αυτό οδήγησε τους ερευνητές να συμπεράνουν ό,τι η μελέτη παρείχε πρόοδο στην Φυσιολογία της άσκησης καθώς τώρα οι προπονητές έχουν την δυνατότητα να εκτιμήσουν το αναπνευστικό κατώφλι αθλητών χρησιμοποιώντας καταγραφείς της καρδιακής συχνότητας .

Figure 2: HRV and ventilatory thresholds. Notice how the two heart rate variability thresholds (top) occurred near the same power output as the ventilatory thresholds (bottom)



Ανεξαρτήτως αυτών των ερευνών, δεν υπάρχει ακόμη γενικώς συμφωνημένη ή απλή και αντικειμενική μέθοδος καθορισμού του αναπνευστικού κατωφλιού, χρησιμοποιώντας ανάλυση της HRV. Τα νέα, όμως, είναι ότι ακόμα κι αν υπάρχουν τεχνικές δυσκολίες όταν χρησιμοποιείται η HRV για τον εντοπισμό του αναπνευστικού κατωφλιού, η HRVA εξακολουθεί να παρέχει μια απλή και αποτελεσματική μέθοδο η οποία θα σου επτρέψει να οδηγήσεις την αποκατάσταση και την προπόνησή σου με μεγαλύτερη αξιοπιστία απ΄ότι μια υποκειμενική αντίληψη.

Αυτή η μέθοδος βασίζεται επί της αρχής ότι όταν οι αθλητές υπερβαίνουν εαυτόν, υπερπροπονούνται ή ακόμα κι όταν ανακάμπτουν από μια προπόνηση, η δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος μειώνεται. Για να είναι αποτελεσματική η προπόνηση, το σώμα χρειάζεται να έχει ανακάμψει από την προηγούμενη προπόνηση (βλέπε τεύχος 246 για περισσότερς πληροφορίες), όμως, εάν έχει μεσολαβήσει πολύς χρόνος μεταξύ των προπονήσεων τότε τα κέρδη αρχίζουν σιγά-σιγά να μειώνονται. Αυτό που μπορεί να γίνει τότε, είναι η καταγραφή του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος χρησιμοποιώντας την HRV. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει σε προπονητές και αθλητές να προσδιορίσουν την κατάσταση της λειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος και άρα, έτσι να σχεδιάσουν αναλόγως την μελλοντική προπόνηση.

● Μειωμένη δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος – μείωση προπονητικού φορτίου.

● Αυξημένη δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος – αύξηση του προπονητικού φορτίου.

Πρωτοπόροι Φινλανδοί ερυνητές έχουν δείξει ότι με την χρήση αυτής της μεθόδου το αναπνευστικό κατώφλι, η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO2max) και η δρομική ταχύτητα κατά την VO2max μπορούν να βελτωθούν με ένα πρόγραμμα διάρκειας τεσσάρων εβδομάδων είτε με χαμηλή ένταση (65% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, διάρκειας 40'), είτε με υψηλή ένταση (85% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, διάρκειας 30') (7). Οι ερευνητές πήραν 30 δρομείς αναψυχής ηλικίας μεταξύ 22 και 40 ετών και τους χώρισαν σε τρεις ομάδες, 10 στην ομάδα HRV, 10 στην ομάδα προπόνησης (TRA) και 10 ως ομάδα ελέγχου (CON).

● Στην ομάδα HRV οι ερευνητές κατέγραψαν την HRV σε ημερήσια βάση. Πριν την έναρξη οποιασδήποτε προπόνησης της ομάδας HRV, δώθηκε μια περίοδος ανάπαυσης 10 ημερών για να συγκεντρωθούν μετρήσεις ως βάση. Κατόπιν, κατά την διάρκεια της προπόνησης, εάν η HRV έπεφτε κάτω από την υπολογισμένη τιμή αναφοράς, μειωνόταν το φορτίο της προπόνησης.

● Οι συμμετέχοντες στην ομάδα TRA εκτέλεσαν ένα προσχεδιασμένο προπονητικό πρόγραμμα, χωρίς μέτρηση της HRV.

● Οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου δεν έκαναν καμία προπόνηση.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα HRV αύξησε σημαντικά την VO2max (από 56 στα 60mls/kg/min-1), την μέγιστη δρομική ταχύτητα στην VO2max (από 15,5 σε 16,4 kmh-1) και την δρομική ταχύτητα στο αναπνευστικό κατώφλι (από 12,0 σε 12,7kmh-1). Αντιθέτως, η ομάδα προπόνησης αύξησε σημαντικά μόνο την μέγιστη δρομική ταχήτητα στην VO2max. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες στην ομάδα HRV έβγαλαν περισσότερη προπόνηση χαμηλής ένατσης από την ομάδα προπόνησης. Οι ερευνητές συμπέραναν ό,τι οποτεδήποτε μειώνεται η HRV, ένα χαμηλότερο προπονητικό ερέθισμα είναι επωφελές για να αποκτηθεί ευνοϊκή απόκριση από προπόνηση αντοχής.

Βήμα προς βήμα οδηγίες για την χρήση της HRV στην προπόνησή σας.
Η μέθοδος που χρησιμοποίησαν οι Φινλανδοί ερευνητές για να μεταβάλουν την προπονητική ένταση χρησιμοποιώντας την HRV, είναι μια σχετικά απλή διαδικασία που μπορεί να εφαρμοστεί για να καθοδηγήσει την δική σας προπόνση αντοχής. Για να το κάνετε αυτό , θα χρειαστείται έναν καταγραφέα καρδιακής συχνότητας Polar που θα καταγράφει τα διαστήματα R – R (σειρά RS800, σειρά S810) και λογισμικό Polar Precision Performance SW 4.0, το οποίο μπορείτε να "κατεβάσετε" από το www.polar.fi . Θα χρειαστείται ακόμα, πρόγραμμα Microsoft Excel.

Βήμα 1 – Το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνετε είναι να ρυθμίσετε τον καταγραφέα σας να καταγράφει το διαστήματα R – R, ανατρέχοντας στις οδηγίες χρήσης. Πριν αρχίσετε να χρησιμοποιείται την HRV ως οδηγό της προπόνησής σας, θα πρέπει να ξεκουραστείται για ένα διάστημα (καθόλου προπόνηση) για να καταγράψετε τιμές ξεκούρασης ως βάση. Αυτή η περίοδος πρέπει να διαρκέσει από 7 έως 10 ημέρες.

Όταν αποφασίσετε πότε θα είναι αυτή η περίοδος, τότε είστε έτοιμοι να αρχίστε την καταγραφή. Η καλύτερη στιγμή για να καταγράψετε την HRV είναι το πρωί, αμέσως μετά το ξύπνημα και την πρωινή ούρηση. Αυτό θα σας διαβεβαιώσει ότι λαμβάνετε την πιο αξιόπιστη μέτρηση της δραστηριότητας του παρασυμπαθητικού συστήματος, καθώς είναι ελάχιστα πιθανό να επιρεάζεται από εξωτερικές επιρροές όπως φυσική δραστηριότητα, πρόσληψη τροφής ή ψυχολογική πίεση. Εάν μετράτε τακτικά την πρωινή σας καρδιακή συχνότητα, χρειάζεται να καταγράφετε την HRV για 5' όταν στέκεστε όρθιοι. Αυτό γίνεται για να μην "σκεπάζεται" η μέτρηση της HRV από δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος, η οποία συμβαίνει όταν είστε ξαπλωμένοι.

Βημα 2 – Αφού καταγράψετε τα δεδομένα της HRV, εισάγετέ τα στο λογισμικό του Polar Precision Performance SW 4.0 . Παρουσιάστε τα δεδομένα σαν "curve of the HR values" "καμπύλη της τιμής της καρδιακής συχνότητας" και κατόπιν κάντε δεξί κλικ επάνω στην καμπύλη για να εμφανιστούν οι"curve properties" "ιδιότητες της καμπύλης". Κάτω απότην ταμπελίτσα HR, αλλάξτε το φορμάτ HR σε "RR Intervals (ms)" . Αυτό θα εμφανίσει τα δικά σας διαστήματα R – R.

Βήμα 3 – Στην επιλογή "edit menu" , επιλέξτε ολόκληρη την άσκηση και κατόπιν κάντε δεξί κλικ επάνω στο γράφημα και επιλέξτε "Error Correction" στο κουτί διαλόγου. Τώρα επιλέξτε "OK" για να εξαλειφθούν λάθη στο σχεδιάγραμμα των διαστημάτων R – R.

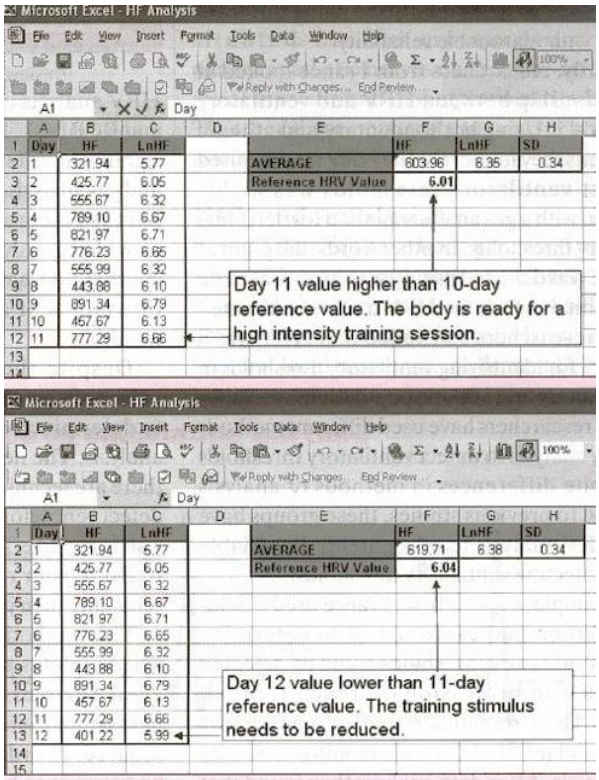
Βήμα 4 – Κάντε κλίκ επάνω στο γράφημα και επιλέξτε την επιλογή " Selection Info" . Αυτό, θα εμφανίσει ένα κουτί διαλόγου με πληροφορίες σχετικά με τη μέτρηση της HRV. Κρατήστε κάπου σημειωμένη την τιμή " HF (0.15-0.40 Hz " . Ας υποθέσουμε (για το επόμενο βήμα) ότι λάβατε μια τιμή καρδιακής συχνότητας 321,94.

Βήμα 5 – Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστεί ο **φυσικός λογάριθμος** (ένας μαθηματικά παραγώμενος αριθμός, που συχνά χρησιμοποιείται στην στατιστική, για να διευκολύνει την ερμηνεία των δεδομένων) της τιμής της καρδιακής συχνότητας. Για να γίνει αυτό, ανοίξτε το Microsoft Excel και γράψτε σε ένα τετραγωνάκι την εντολή " =Ln(321.94)". Αυτό θα σας δώσει το αποτέλεσμα 5.77ms2 για τον λογάριθμο της καρδιακής συχνότητας (HF Ln). Φυσικά, εσείς έχετε τις δικές σας τιμές – απλώς αντικαταστήστε το παράδειγμα που δόθηκε παραπάνω για τον υπολογισμό της καρδιακής συχνότητας (0.15-0.40 Hz), με τις τιμές που θα λάβετε από τον δικό σας καταγραφέα.

Βήμα 6 – Ακολουθώντας τις τιμές από την δική σας περίοδο ανάπαυσης, πρέπει να υπολογίσετε την σταθερή απόκλιση αυτών των τιμών πληκτρολογώντας " =STDEV" στο Excel και κατόπιν, επιλέξτε όλες τις αναφερόμενες τιμές του λογάριθμου Ln της καρδιακής συχνότητας HF και στη

συνέχεια, αφαιρέστε την σταθερή απόκλιση που μόλις υπολογίσατε, για να λάβετε την ημερήσια τιμή αναφοράς, που θα καθοδηγήσει την προπόνηση μέσω της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας. Για κάθε επόμενη ημέρα, υπολογίστε την μέση τιμή και την σταθερή απόκλιση των συνολικών τιμών των λογαρίθμων των τιμών της καρδιακής συχνότητας. Αυτό, θα δώσει μια ημερήσια τιμή αναφοράς.

Βήμα 7 – Όταν καταγράφετε την μεταβλητότητα της δική σας καρδιακής συχνότητας, μετά την περίοδο ανάπαυσης σας (δηλαδή όταν αρχίσετε την προπόνηση), θα πρέπει τότε να υπολογίσετε τις τιμές των λογαρίθμων της καρδιακής συχνότητας, ακολουθώντας την μέθοδο που περιγράφηκε προηγουμένως. Εάν οι τιμές των λογαρίθμων είναι πάνω από τις τιμές αναφοράς (τιμές περιόδου ξεκούρασης), τότε το πιθανότερο είναι το σώμα σας να έχει ξεκουραστεί και είναι έτοιμο για ένα υψηλής εντάσεως προπονητικό ερέθισμα. Εάν οι τιμές των λογαρίθμων είναι κάτω από τις τιμές αναφοράς, τότε πρέπει να μειώσετε το προπονητικό ερέθισμα. Η εικόνα 3, δείχνει πώς εμφανίζονται τα δεδομένα στο Excel.



Εικόνα 3 : Διαγράμματα Excel που δίνουν παραδείγματα δεδομένων καρδιακής συχνότητας HF και λογαρίθμων καρδιακής συχνότητας HF L n και πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνάρτηση με τις τιμές αναφοράς της περιόδου ανάπαυσης, για τον σχεδιασμό των προπονητικών εντάσεων.

Συμπεράσματα.

Η ανάλυση της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας, παρέχει μια μη παρεμβατική μέθοδο εκτίμησης του παρασυμπαθητικού και του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Πρόσφατα άρθρα στο Peak Performance και την επιστημονική κοινότητα, έχουν δείξει ότι η HRVA έχει τη δυνατότητα να αποτελεί ένα ευέλικτο εργαλείο για αθλητές, προπονητές και αθλητικούς επιστήμονες. Οι ερευνητές βρίσκονται κοντά στο σημείο παροχής μιας απλής και έγκυρης μεθόδου, για τον υπολογισμό του αναπνευστικού κατωφλιού κατά την διάρκεια δοκιμασιών σε ανοιχτό χώρο, χρησιμοποιώντας την μέθοδο HRVA, για την ώρα όμως δεν υπάρχει μια οριστική μέδοθος. Όμως, είναι δυνατόν οι αθλητές και οι προπονητές να χρησιμοποιούν την ανάλυση της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας, για την καθοδήγηση της προπόνησης αντοχής, εκτιμώντας το επίπεδο της αποκατάστασης μέσω της δραστηριότητας του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος. Αυτή ερευνητές και με κάποια προσαρμογή , μπορεί η μέθοδος, έχει αποδειχτεί επιτυχής από Φινλανδούς να βοηθήσει και την δική σας προπόνηση !

<u>Ο Alan Ruddock Msc, CSCS, YCS</u> είναι ερευνητής της φυσιολογίας της άσκησης στο Πανεπιστήμιο του Sheffield Hallam, U.K.

Βιβλιογραφία.

1.J App Physiol 1985; 58;(4):1281-1284
2.J App Physiol 1975; 39(5):801-805
3.Circulation 1996; 93(5):1043-6
4.Int J Sports Med 1989; 10(3):192-196
5.Br J Sport Med 2005; 39(7):448-452
6.Int J Sports Med 2007; 28(4):287-294
7.Eur J Appl Physiol 2007; 101(6):743-751