

Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΟ ΑΘΛΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

της Σοφίας Ι. Καλάβρια

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη «Οργάνωση και Διαχείριση Αθλητικών Δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρίες (Α.με.Α.)» του Παν/μίου Πελοποννήσου.

Σπάρτη 2021

Εγκεκριμένο από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή:

1. Επιβλέπων: Καθηγητής Δουβής Ιωάννης

2. Μέλος: Καθηγητής Παπαλουκάς Μάριος

3. Μέλος: Λέκτορας Αθανασοπούλου Πηνελόπη

Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τις διατάξεις του άρθρου 18 (Λόγοι και διαδικασία διαγραφής από το ΠΜΣ) του Κανονισμού Λειτουργίας Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, δηλώνω υπεύθυνα ότι για τη συγγραφή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής μου Εργασίας (ΜΔΕ) δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται αναφορά στην πηγή προέλευσης (βιβλίο, άρθρο από εφημερίδα ή περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Ημερομηνία: .../.../2020

Ο-Η Δηλ.....

(Υπογραφή)

Copyright © Καλάβρια Σοφία, 2021

Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου του Τμήματος «Οργάνωση και Διαχείριση Αθλητικών Δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρίες (Α.με.Α.)».

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Καλάβρια Ι. Σοφία: Η χρήση των νέων τεχνολογιών στο άθλημα της αντισφαίρισης.

(με την επίβλεψη του κ. Ιωάννη Δουβή, Καθηγητή)

Τα τελευταία χρόνια έχουμε δει μια ραγδαία αύξηση στην χρήση της τεχνολογίας σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας μας. Ως εκ τούτου η τεχνολογία έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την εξέλιξη στον αθλητισμό σε πολλά σημεία του. Ένας από τους τομείς επίδρασης είναι στον τρόπο διεξαγωγής τόσο της προπόνησης όσο και των αγώνων με τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων όπως για παράδειγμα η χρήση αισθητήρων για καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων. Παράλληλα μέσω της χρήσης των μέσων κοινωνικής δικτύωσης γίνεται προώθηση των αθλητών, των αθλητικών διοργανώσεων όπως και αθλητικών και μη προϊόντων από εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο του αθλητισμού. Φυσικά η αντισφαίριση δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστη από αυτή την τεχνολογική εξέλιξη. Η χρήση των νέων τεχνολογιών έχει αναβαθμίσει τον τρόπο με τον οποίο παίζεται και προωθείται η σύγχρονη αντισφαίριση. Σκοπός λοιπόν αυτής της έρευνας είναι να αναλύσει : α) το ρόλο της τεχνολογίας στην εξέλιξη του εξοπλισμού του τένιστα και στο αμαξίδιο των αθλητών αντισφαίρισης ΑΜΕΑ. Τα σύγχρονα υλικά, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των ρακετών, έχουν αλλάξει τη μορφή του παιχνιδιού κάνοντας το πιο επιθετικό και πιο θεαματικό, β) το ρόλο της τεχνολογίας στην προετοιμασία των αθλητών της αντισφαίρισης καθώς και στον τρόπο παρουσίασης, αναμετάδοσης και ανάλυσης ενός αγώνα τένις και γ) τη χρήση της τεχνολογίας από τις εταιρίες και τα τουρνουά για την προώθηση του προϊόντος τους καθώς και το ρόλο που παίζουν τα κοινωνικά δίκτυα σε αυτό. Η μεθοδολογία, που θα ακολουθηθεί είναι αυτή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αλλά και μια μελέτη περίπτωσης σε σχέση με το τι συμβαίνει σε μεγάλες διοργανώσεις, οργανισμούς, εταιρίες και αθλητές που αφορούν το τένις και την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών για να γίνει το άθλημα πιο εμπορικό.

Λέξεις κλειδιά: αντισφαίριση, τεχνολογίες, ΑΜΕΑ, κοινωνικά δίκτυα.

ABSTRACT

Kalavria Sofia: The use of new technologies in tennis.

(With the supervision of Mr. John Douvis, Professor)

In recent years we have seen a rapid increase in the use of technology in various fields. Therefore technology has greatly influenced the development of sports in many areas. One of the areas of influence is the way in which both training and competitions are conducted using electronic media, such as the use of sensors to record and analyze data. At the same time, through the use of social media, athletes, sports events and the products of sports and non-sports companies are promoted. Of course, tennis could not be unaffected by this technological development. The use of modern technology has upgraded the way modern tennis is played and promoted. The purpose of this research is to analyze: a) the role of technology in the development of tennis player equipment and wheelchair tennis for the disabled. The modern materials used for the manufacture of rackets have changed the form of the game to make it more aggressive and more spectacular, b) the role of technology in the preparation of athletes of tennis and the presentation, broadcast and analysis of a tennis match and c) the use of technology by companies and tournaments to promote their product and the role that social media plays in it. The methodology that will be followed is that of the literature review but also a case study in relation to what happens in major events, organizations, companies and athletes related to tennis and the use of new technologies to make the sport more commercial.

Keywords: tennis, technologies, disabled, social networks.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ABSTRACT	iv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1 Σκοπός της έρευνας	4
1.2 Μεθοδολογία	5
1.3 Ορισμοί όρων – Συντομογραφίες	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	7
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ	7
2.1 Η εξέλιξη των τενιστικών υποδημάτων	8
2.1.1 Εφαρμογή - Το σημείο εκκίνησης για όλα τα υποδήματα	10
2.1.2 Τεχνολογία τενιστικών παπουτσιών της Adidas	12
2.1.3 Τεχνολογία τενιστικών παπουτσιών της Nike.....	14
2.2 Νέες τεχνολογίες στην ένδυση	18
2.2.1 Τεχνολογία ένδυσης της εταιρίας Adidas.....	24
2.2.2 Τεχνολογία ένδυσης της εταιρίας Nike	26
2.3 Νέες τεχνολογίες στις ρακέτες	27

2.3.1 Τεχνολογίες ρακετών Wilson	33
2.3.2 Τεχνολογίες ρακετών Babolat	42
2.3.3 Τεχνολογία ρακετών Head	46
2.4 Νέες τεχνολογίες στις μπάλες.....	50
2.5 Νέες τεχνολογίες στην αντισφαίριση με αμαξίδιο	55
2.6 Νέες τεχνολογίες στην προπόνηση.....	60
2.6.1 Η τεχνολογία των έξυπνων αισθητήρων	62
2.6.2 Αισθητήρες που φοράει ο αθλητής.....	66
2.6.3 Έξυπνα γήπεδα (smart courts)	67
2.6.4 Τεχνολογίες για εγκαταστάσεις προπόνησης	68
2.7 Η Χρήση των νέων τεχνολογιών στη διαιτησία και μετάδοση των αγώνων	78
2.8 Εμπειρία θεατών στα τουρνουά- αθλητικές εγκαταστάσεις.....	85
2.9 Νέες τεχνολογίες στα τουρνουά	87
2.10 Χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	101
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	101
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την εισροή της τεχνολογίας σε όλες σχεδόν τις πτυχές της αντισφαίρισης, το παιχνίδι έχει γίνει ταχύτερο, επικεντρώνεται περισσότερο στην αύξηση της θεαματικότητας και της ψυχαγωγικής αξίας και όλο και περισσότερο εξαρτάται από μεγάλα δεδομένα και αναλυτικά στοιχεία. Καθώς το τένις έχει ενσωματώσει σε μεγάλο βαθμό την τεχνολογία, τα όρια μεταξύ παικτών και θαυμαστών, μεταξύ πραγματικού και εικονικού, μεταξύ θεατή και καταναλωτή - δεν είναι τόσο ευδιάκριτα πια. Αυτή η πτυχιακή επικεντρώνεται σε τεχνολογικές διαμεσολάβηση σε κάθε βήμα της εμπειρίας Grand Slam για τους θεατές και τον τρόπο με τον οποίο ενσωματώνεται και ενεργοποιείται ολόκληρη η εμπειρία από τεχνολογίες - από τσιπ αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) που παρακολουθούν τους θεατές έως τεχνολογίες διαιτησίας όπως είναι το Hawk-Eye για τους αθλητές και για τους φιλάθλους.

Η ίδια τάση ισχύει και για την προσοχή των φιλάθλων σε ιστότοπους κοινωνικών μέσων όπως το Twitter και το Instagram, η τηλεοπτική προβολή όπως και οι θεατές στα τουρνουά. Το τένις είναι ένα από τα πραγματικά «παγκόσμια» αθλήματα, με τεράστιο κοινό ακόμη και σε χώρες όπου δεν παίζονται μεγάλα τουρνουά. Για παράδειγμα, το τένις έχει πολύ μεγάλη απήχηση στην Ινδία, παρά το γεγονός ότι πολύ λίγοι Ινδοί παίκτες βρίσκονται στους πρώτους 100 της παγκόσμιας κατάταξης τόσο στο ATP όσο και στη WTA. Στη Γαλλία, η οποία είναι η μόνη μη αγγλόφωνη χώρα που διοργανώνει ένα τουρνουά Grand Slam, το τένις είναι το πιο δημοφιλές ατομικό άθλημα. Το 2015, υπήρχαν 7.854 σύλλογοι με 31.699 γήπεδα, 17.654 τουρνουά και 2.009.452 επίσημους αγώνες (Fédération Française de Tennis, 2018). Αυτό αντικατοπτρίζεται και στην κατάταξη, δεδομένου ότι το 2016, υπήρχαν δώδεκα Γάλλοι άνδρες και τέσσερις Γαλλίδες γυναίκες στους 100 πρώτους της παγκόσμιας κατάταξης (ATP / WTA). Το παγκόσμιο όργανο του τένις ονομάζεται Διεθνής Ομοσπονδία Τένις ή ITF. Ιδρύθηκε το 1913 στο Παρίσι από δώδεκα εθνικούς συλλόγους και από το 2016 συνεργάζεται με 211 εθνικές

ενώσεις αντισφαίρισης και έξι περιφερειακές ενώσεις. Η ITF συνεργάζεται με τη WTA και το ATP για τη διοίκηση του επαγγελματικού τένις.

Καθώς η τεχνολογία έχει επηρεάσει πολλούς τομείς της ζωής των ανθρώπων δεν θα μπορούσε ο αθλητισμός να μείνει ανεπηρέαστος. Ένα μεγάλο ποσοστό των αθλητών αλλά και όσων έχουν ως αντικείμενο της εργασίας τους τον αθλητισμό ασχολούνται με το διαδίκτυο σε πραγματικό χρόνο μέσω διάφορων οθονών, ιστοτόπων και μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Δεν είναι όμως μόνο όσοι ασχολούνται επαγγελματικά με την αντισφαίριση, όπως είναι για παράδειγμα οι παίκτες, προπονητές και οι διοργανωτές των τουρνουά. Ένα πολύ σημαντικό μέρος του οικοσυστήματος οποιουδήποτε αθλητισμού είναι το κοινό. Το κοινό για μια αθλητική εκδήλωση περιλαμβάνει όλους τους ανθρώπους που παρακολουθούν το άθλημα στο γήπεδο, σε τηλεοπτικές οθόνες - στα σπίτια τους, σε εστιατόρια, μπαρ και άλλες πλατφόρμες κοινωνικής προβολής, παρακολουθούν το σκορ ζωντανά σε ιστότοπους ή εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα, διαβάζουν tweet για το παιχνίδι και ακολουθούνε τους παίκτες. Αυτό το κατακερματισμένο, μη ενοποιημένο «πλήθος» ανήκει σε αυτό που ο Paul Virilio ονόμασε «πόλη της στιγμής» (Redhead, 2007). Αυτή η «πόλη» είναι ένας εικονικός χώρος στον οποίο σχεδόν ο καθένας, παντού στον κόσμο μπορούν να παρακολουθήσει μια εκδήλωση «ζωντανά» - ακόμα κι αν είναι μόνος του και πολύ μακριά από το σημείο στο οποίο διεξάγεται το αθλητικό γεγονός. Αυτό το «πλήθος» διαφέρει σημαντικά από ένα «φυσικό» πλήθος, που αποτελείται από έναν αριθμό ατόμων που συγκεντρώνονται στον ίδιο φυσικό χώρο, συνήθως για έναν κοινό σκοπό. παρόλα αυτά είναι ακόμα παρόμοιο. μας οδηγεί να υποθέσουμε ότι η «πόλη της στιγμής» μπορεί να είναι ένα εικονικό ον, αλλά με πολλούς τρόπους μπορεί ακόμα να ονομαστεί «πλήθος».

1.1 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός αυτής της πτυχιακής είναι η αναφορά σε τεχνολογίες που έχουν συμβάλει στην εξέλιξη του αθλήματος και τον τρόπο με τον οποίο αυτές έχουν επηρεάσει τον εξοπλισμό του αθλητή, τα τουρνουά και τον τρόπο μετάδοσης τους από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Επίσης θα εξεταστεί ο ρόλος του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης στην εμπορική

προώθηση του αθλήματος. Πρόθεσή μας είναι να μελετήσουμε αυτόν τον μετασχηματισμό και να καταστήσουμε δυνατή την καλύτερη κατανόηση των πλαισίων του τένις σε αυτήν τη νέα χιλιετία. Υπάρχουν πολλοί κοινωνικοί κόσμοι που περιλαμβάνουν οι τεχνολογίες. Για να καταγράψουμε ένα «διεθνικό» αντικείμενο, ακολουθούμε ένα πολυεπίπεδο δρομολόγιο. Πρώτα συζητάμε για τις τεχνολογίες και το ίδιο το παιχνίδι για παίκτες και διαιτητές και εξετάζουμε την παρουσία του Hawk-Eye και άλλων παρόμοιων τεχνολογιών στον κόσμο του τένις. Στη συνέχεια, εστιάζουμε σε τεχνολογίες μέσων και ψηφιακών επικοινωνιών για διοργανωτές και συνεργάτες του Grand Slam, NITTO ATP FINALS και στο NEXT GEN. Στη συνέχεια εξετάζουμε τη θέση των αναδυόμενων μορφών ψηφιακών αθλητικών μέσων (ιδίως των κοινωνικών μέσων) στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ παικτών, θαυμαστών και δημοσιογράφων.

1.2 Μεθοδολογία

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για τη πραγματοποίηση της πτυχιακής είναι αυτή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι υπάρχει μια μεγάλη ακαδημαϊκή βιβλιογραφία σχετικά με την τεχνολογία στο τένις και περιστρέφεται γύρω από τις τεχνολογικές καινοτομίες που αλλάζουν τις αγωνιστικές επιδόσεις των αθλητών, όπως οι καινοτομίες στις ρακέτες, στις μπάλες και στην ένδυση. Κάποια βιβλιογραφία διερευνά επίσης τις επιπτώσεις των τεχνολογικών βελτιώσεων στο παιχνίδι, ειδικά στις τεχνολογίες που βοηθούν τους διαιτητές (Collins & Evans, 2008) και τον τρόπο με τον οποίο το παιχνίδι προσαρμόζεται στις βελτιωμένες τεχνολογίες (Miah, 2000). Επιπλέον υπάρχει σημαντική βιβλιογραφία σχετικά με τον τρόπο που χρησιμοποιούν οι εταιρίες, οι διοργανώσεις και οι αθλητές το διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για να προωθήσουν τα προϊόντα τους.

1.3 Ορισμοί όρων – Συντομογραφίες

Association of Tennis Professionals (ATP): Είναι το οργανωτικό σώμα των επαγγελματικών αγώνων τένις ανδρών - το ATP Tour, το ATP Challenger Tour και το ATP Champions Tour. Με 64 τουρνουά σε 30 χώρες, οι άνδρες τενίστες αγωνίζονται για τίτλους και πόντους κατάταξης FedEx ATP Rankings σε ATP Masters 1000, 500 και 250 αντίστοιχα, καθώς

και τα τουρνουά Grand Slam (εκδηλώσεις εκτός ATP). Η σεζόν του 2020 ξεκίνησε τον Ιανουάριο με το εναρκτήριο Κύπελλο ATP στην Αυστραλία και θα κορυφωθεί με τους τελικούς του Nitto ATP τον Νοέμβριο στα μονά και τα διπλά των ανδρών όπου θα διαγωνιστούν οι πρώτοι οκτώ της παγκόσμιας κατάταξης στα μονά και τα διπλά των ανδρών

Women Tennis Association (WTA): Είναι το αντίστοιχο οργανωτικό σώμα για τους επαγγελματικούς αγώνες τένις των γυναικών.

International Tennis Federation ITF: Είναι η διεθνής ομοσπονδία αντισφαίρισης και είναι το παγκόσμιο ανώτατο διοικητικό σώμα της αντισφαίρισης.

Internet Of Things (IOT): Διαδίκτυο των πραγμάτων Με αυτό τον όρο εννοούμε την συνδεσιμότητα μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών έτσι ώστε να υπάρχει ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους.

RFID chips: Radio Frequency Identification (ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων)

Twitter: Το Twitter είναι ένα μέσο κοινωνικής δικτύωσης που επιτρέπει στους χρήστες του να στέλνουν και να διαβάζουν σύντομα μηνύματα που περιλαμβάνουν ως 280 χαρακτήρες

Instagram: Το Instagram είναι μια δωρεάν εφαρμογή κοινωνικής δικτύωσης. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επεξεργαστεί και να κοινοποιήσει φωτογραφίες ή μικρά σε διάρκεια βίντεο και να τις μοιραστεί με άτομα που έχουν επιλέξει να τους ακολουθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Η τεχνολογία είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στη διεθνή ανταγωνιστικότητα της αθλητικής βιομηχανίας. Για να βελτιωθεί η απόδοση των αθλητών είναι απαραίτητη η χρήση της τεχνολογίας. Σύμφωνα με τον Trabal (2008) «ο αθλητισμός και η επιστήμη ασπάζονται τον ίδιο σκοπό που είναι να υπερβαίνουν τα όρια του ανθρώπου. Εξαιτίας της σημαντικής συνεισφοράς των τεχνολογικών καινοτομιών στην αθλητική βιομηχανία οι πιο πολλές αθλητικές διοργανώσεις τις έχουν εντάξει στην ατζέντα τους. Η καινοτομία ορίζεται ως «μια διαδικασία εισαγωγής και εφαρμογής νέων ιδεών σχεδιασμένων να ωφελούν σημαντικά το άτομο, την ομάδα, τον οργανισμό ή την ευρύτερη κοινωνία» (Cabrilo & Dahms, 2018: 4) Επομένως, ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται η τεχνολογία στον αθλητισμό έχει αλλάξει ως αποτέλεσμα της αυξημένης ψηφιακής ισχύς (Hutchins & Rowe, 2013). Η πλειοψηφία του πληθυσμού είναι κάτοχος ενός έξυπνου τηλεφώνου και αυτό έχει αλλάξει τον τρόπο προβολής και κατανάλωσης του αθλητισμού. Επίσης, παρατηρείται μια αύξηση στον αριθμό των τεχνολογικών υπηρεσιών που σχετίζονται με τον αθλητισμό (Kim & Ko, 2019). Οι εξελίξεις στις τεχνολογίες συνεχίζουν να επηρεάζουν τον τρόπο κατανάλωσης του αθλητισμού (Szymanski, Wolfe, Danis, Lee, & Vy, 2020). Επιπλέον, η αλληλεπίδραση που υπάρχει ανάμεσα στον άνθρωπο και τον υπολογιστή έχει οδηγήσει σε νέους τρόπους αξιοποίησης της τεχνολογίας σε ένα αθλητικό περιβάλλον (Kim, Chiu, & Chow, 2019).

Η τεχνολογική καινοτομία στον αθλητισμό έρχεται σε ποικίλες μορφές, συμπεριλαμβανομένων προγραμματισμένων και μη προγραμματισμένων δραστηριοτήτων. Αυτό σημαίνει ότι η τεχνολογική καινοτομία μπορεί να προκύψει τόσο από το ερασιτεχνικό όσο και από το επαγγελματικό περιβάλλον. Οι προγραμματισμένες δραστηριότητες περιλαμβάνουν αθλητικούς και τεχνολογικούς οργανισμούς που συνεργάζονται σε τεχνολογικά έργα. Οι μη προγραμματισμένες δραστηριότητες περιλαμβάνουν ad-hoc και συνειδητές συναντήσεις σχετικά με την αθλητική τεχνολογία (Loland, 2002). Συχνά, οι καινοτομίες της τεχνολογίας του

αθλητισμού εφευρίσκονται πρώτα σε έναν άλλο κλάδο της βιομηχανίας και μετά εφαρμόζονται σε ένα αθλητικό περιβάλλον.

Αυτό σημαίνει ότι οι εξελίξεις στην αθλητική τεχνολογία και η συμβολή τους στον αθλητισμό γενικότερα πρέπει να μελετηθούν διεξοδικά για να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο τον έχει επηρεάσει. Παρά τα πλεονεκτήματα της αθλητικής τεχνολογίας, ορισμένοι αθλητικοί οργανισμοί διστάζουν να υιοθετήσουν κάποιες τεχνολογικές καινοτομίες λόγω της επιθυμίας να συνεχίσουν το status quo (Mallen, 2019). Αυτό σήμαινε ότι υπήρξε αντίσταση στην τεχνολογική καινοτομία σε ορισμένα αθλήματα (Trabal, 2008). Αθλήματα όπως το κρίκετ, το τένις και το μπέιζμπολ παρόλο που διατηρούν κάποιες παραδόσεις έχουν υιοθετήσει πολλές τεχνολογικές καινοτομίες τόσο στον αθλητικό τομέα (εξοπλισμός, προπόνηση) όσο και στον τρόπο προώθησης και μετάδοσης των αθλητικών διοργανώσεων. Αυτό περιλαμβάνει live streaming των γεγονότων ή μετάδοση βίντεο αθλητών που εκφράζουν την άποψη τους για ένα συγκεκριμένο θέμα. Ωστόσο, σε ορισμένα αθλήματα, όπως είναι το μπέιζμπολ, το κρίκετ και το τένις οι τεχνολογικές καινοτομίες που εφαρμόζονται στον εξοπλισμό μπορεί να μην είναι εμφανής όπως είναι σε άλλα αθλήματα, αλλά μπορεί να είναι εμφανής σε άλλους τομείς του αθλήματος (Liebermann et al., 2002).

2.1 Η εξέλιξη των τενιστικών υποδημάτων

Τα πρώτα τενιστικά παπούτσια που κατασκευάστηκαν ήταν φτιαγμένα από καμβά ή δέρμα στο πάνω μέρος με κορδόνια και επίπεδη λαστιχένια σόλα. Ορισμένοι εφευρέτες πιστώθηκαν με διάφορα στάδια της εξέλιξης του στυλ. Η εφεύρεση του ενισχυμένου καουτσούκ έκανε τη δημιουργία του τενιστικού παπουτσιού δυνατή, με τον John Dunlop να κατασκευάζει την πρώτη καουτσούκ σόλα στις αρχές του 19ου αιώνα. (Misevich, 1984)

Το τένις παίζεται σε μια ποικιλία επιφανειών γηπέδων, απαιτώντας για το καθένα διαφορετική σόλα παπουτσιού. Στις αρχές του 20ου αιώνα ένας σημαντικός αριθμός άλλων εταιρειών άρχισε να παράγει παπούτσια που χρησιμοποιούσαν καουτσούκ. Το πρώτο παπούτσι που πραγματικά κυκλοφόρησε ως παπούτσι τένις κατασκευάστηκε από την Adidas το 1931.

Σήμερα, τα παπούτσια τένις είναι ένα τεχνικό αντικείμενο του αθλητικού εξοπλισμού - εργονομικά και βιομηχανικά σχεδιασμένο για να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά της εκάστοτε επιφάνειας. γηπέδου τένις. Οι παίκτες μπορούν να επιλέξουν παπούτσια τένις με την κατάλληλη εφαρμογή, πρόσφυση, απορρόφηση των κραδασμών και σταθερότητα, με τον ίδιο τρόπο που επιλέγουν τη ρακέτα τους ανάλογα με το μέγεθος του βέλτιστου σημείου κρούσης, της δύναμης, της λαβής, του τύπου χορδής και του μοτίβου χορδών. (Pluim B, Safran M, 2004)

Ένα παπούτσι τένις πρέπει να προσφέρει προστασία και απόδοση στον παίκτη. Για παράδειγμα, θα πρέπει να ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο πόνου στα πόδια και της δημιουργίας δερματικών ερεθισμών στο πέλμα, πόνο στη φτέρνα και σπασμένα ή με κράμπα δάχτυλα. Η δυσφορία από τέτοια πιθανά προβλήματα στα πόδια αναπόφευκτα θα επηρεάσει την απόδοση του παίκτη. Ακόμη και κορυφαίοι επαγγελματίες που φαίνεται να μπορούν να παίζουν μέσα από το φράγμα του πόνου θα μπορούσαν να επικεντρωθούν πληρέστερα στο παιχνίδι χωρίς να αποσπάται η αυτοσυγκέντρωσή τους από αυτή την ταλαιπωρία. (Robbins Se, Hanna Am, 1987)

Οι παράγοντες που μπορούν να διευκολύνουν και να βελτιώσουν θετικά την απόδοση των παικτών περιλαμβάνουν χαμηλό βάρος, απορρόφηση των κραδασμών, ευελιξία, σταθερότητα και πρόσφυση (αντίσταση ολίσθησης). Αυτά είναι τα τεχνικά χαρακτηριστικά που μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της απόδοσης του παίκτη εάν ταιριάζει με το άτομο και την επιφάνεια του γηπέδου. Έχουν υπάρξει πολλές επιστημονικές μελέτες σχετικά με τη βιομηχανική της αλληλεπίδρασης παπούτσι-εδάφους στο τένις, οι οποίες έχουν ενσωματωθεί στο σχεδιασμό των παπουτσιών αντισφαίρισης. Οι δοκιμές των τενιστικών παπουτσιών από αθλητές και η ανάλυση των σχολίων από αυτές τις δοκιμές κατά τη φάση ανάπτυξης των προϊόντων διαδραματίζει επίσης βασικό ρόλο στη δημιουργία της καινοτομίας στα υλικά και την τεχνολογία κατασκευής. (Reinschmidt, C. and B.M. Nigg, 2000)

Ο παράγοντας βάρος έχει αποδειχθεί μέσω εργαστηριακών μετρήσεων ότι τα ελαφρύτερα υποδήματα είναι λιγότερο κουραστικά όταν τρέχουν οι αθλητές. Τα τελευταία χρόνια, έχουν σημειωθεί σημαντικά βήματα στη μείωση του βάρους των αθλητικών

υποδημάτων και το χαμηλό βάρος αποτελεί βασικό σημείο πώλησης σήμερα. (Frederick, E.C, 1986)

Η ευελιξία και η σταθερότητα στα παπούτσια τένις κάνουν αποτελεσματική και ομαλή τη μεταφορά βάρους. Αυτό είναι το κλειδί για τον παίκτη να κάνει γρήγορες και σίγουρες αλλαγές κατεύθυνσης στο γήπεδο - βασικό μέρος του παιχνιδιού τένις. (Nigg,2004)

Είναι επιθυμητό ένα παπούτσι που συμβάλλει στην «ιδιοδεκτικότητα» του παίκτη (επίγνωση της θέσης και της κίνησης των μερών του σώματος, συμπεριλαμβανομένων των ποδιών και του αστραγάλου) και της «εξωστρέφειας» (η αίσθηση για την επιφάνεια του γηπέδου τένις). Οι παίκτες πρέπει να είναι σε θέση να αισθάνονται πόσο σκληρά μπορούν να πιέσουν τον εαυτό τους χωρίς κίνδυνο τραυματισμού. (Nigg, B.M. and B. Segesser, 1988)

2.1.1 Εφαρμογή - Το σημείο εκκίνησης για όλα τα υποδήματα

Τα βασικά στοιχεία του σωστού σχεδιασμού για τα παπούτσια τένις είναι:

- Η φτέρνα πρέπει να συγκρατείται σταθερά στο πίσω μέρος (το σύστημα στερέωσης παίζει επίσης ρόλο σε αυτό)
- Υποστήριξη, αλλά όχι περιορισμός, ακραίες γωνίες κάμψης του αστραγάλου
- Ασφάλιση του μπροστινού μέρους του ποδιού κρατώντας το σταθερά γύρω από την άρθρωση του ποδιού (απέναντι από την πρώτη έως την πέμπτη φάλαγγα του μεταταρσίου). Η θέση της άρθρωσης του ποδιού πρέπει να συμπίπτει με την ευέλικτη γραμμή του παπουτσιού.
- Να παρέχει επαρκή χώρο και για τα πέντε δάχτυλα ως προς το μήκος και το πλάτος. (Nigg BM, 1986)

Το τένις είναι ένα άθλημα πολλαπλών κατευθύνσεων - σε αντίθεση με το τρέξιμο - με γρήγορες αναπηδήσεις και έντονες προβολές προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν υψηλές δυνάμεις που τείνουν να αναγκάζουν το πόδι να γλιστρά προς τα πίσω και προς τα εμπρός, και πλάγια μέσα στο παπούτσι εάν η εφαρμογή δεν είναι ασφαλής. Ακόμα και

με ασφαλή εφαρμογή, το πόδι μπορεί να χτυπήσει στο μπροστινό μέρος του παπουτσιού, για αυτό και η ανάγκη να υπάρχει χώρος μπροστά στα δάχτυλα. (Frederick, E.C., 1986)

Οι κάλτσες παίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην άνεση των παπουτσιών του τένις. Απορροφούν τον ιδρώτα, παρέχουν απορρόφηση των κραδασμών και μειώνουν την τριβή, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα εμφάνισης δερματικών ερεθισμών στο πέλμα. Οι παίκτες μπορούν να προσαρμόσουν αποτελεσματικά την εφαρμογή των παπουτσιών τους επιλέγοντας κάλτσες σωστού πάχους για αυτούς. Οι ασύμμετρες κάλτσες (σχεδιασμένες ειδικά για το αριστερό και το δεξί πόδι) εξαλείφουν το πλεόνασμα υλικού από μπροστά από τα μικρότερα δάχτυλα, χωρίς να χρειάζεται ο αθλητής να τραβήξει την κάλτσα πιο ψηλά (Robbins Se, Hanna Am, 1987).

Ένα μακρύ σύστημα στερέωσης, συνήθως κορδόνια, από τον ταρσό μέχρι την άρθρωση επιτρέπει στους παίκτες να προσαρμόσουν τον τρόπο που εφαρμόζει το παπούτσι στο σχήμα του ποδιού τους. Επιτρέπει επίσης τη ρύθμιση κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού - τα πόδια διογκώνονται λόγω της θερμότητας και της τριβής που αναπτύσσεται από το συνεχόμενο τρέξιμο. (Cavanagh Pr., 1985)

Η αντισφαίριση παίζεται σε ένα ευρύ φάσμα επιφανειών με διαφορετικό βαθμό σκληρότητας και τριβής. Το είδος της επιφάνειας του γηπέδου επηρεάζει την κίνηση και τακτική των αθλητών. Για παράδειγμα το χωμάτινο γήπεδο είναι μοναδικό στο να απαιτεί ένα εντελώς διαφορετικό στυλ παιχνιδιού από αυτό στα σκληρά γήπεδα, καθώς ο παίκτης ολισθαίνει ελεγχόμενα για να σταματήσει και να χτυπήσει την μπάλα. (Severn, K.A., et al., 2011)

Κατά συνέπεια, υπάρχουν διάφοροι τύποι μοτίβων πέλματος που διατίθενται στην αγορά για διαφορετικές επιφάνειες - λεία πέλματα για παιχνίδι σε μοκέτα εσωτερικού χώρου, πέλμα με μικρά ημιστρόγγυλα εξογκώματα για γήπεδα με φυσικό χλοοτάπητα, με ενιαίο ρηχό ψαροκόκαλο για τεχνητό χλοοτάπητα και χωμάτινα γήπεδα και βαθιά περίπλοκα σχέδια πέλματος για σκληρά γήπεδα. Το κλασικό μοτίβο είναι το ρηχό ή βαθύ σχέδιο ψαροκόκαλου, αλλά χρησιμοποιούνται και πολλά άλλα σχέδια. Τα πέλματα μπορούν επίσης να ενσωματώσουν

μικρά σημεία κυκλικού σχεδιασμού στο πέλμα για να δημιουργήσουν περιστρεφόμενα σημεία όπου η στρεπτική ή περιστροφική τριβή μειώνεται για να διευκολύνεται η περιστροφή, μειώνοντας έτσι τις στρεπτικές τάσεις στο κάτω μέρος του ποδιού (Persson, 1998). Η πολύ επιθετική και πολύ ενεργητική φύση του τένις απαιτεί τη χρήση υλικών παπουτσιών ανθεκτικών στην τριβή για εσωτερικές επενδύσεις τόσο στο πάνω όσο και στο κάτω μέρος του παπουτσιού. Η κίνηση του σέρβις προκαλεί σοβαρή επιβάρυνση στην περιοχή των δακτύλων. Ανάλογα με την τεχνική του παίκτη, η εσωτερική (μεσαία) περιοχή των δακτύλων της σόλας (και ίσως ακόμη και η άνω) είναι πιθανό να υποστεί σχετικά γρήγορη τριβή, εκτός εάν ενισχυθεί με πιο ανθεκτικό ή παχύτερο υλικό. (Persson, 2001)

Στον σημερινό κόσμο που είναι ιδιαίτερα εμπορικός και συνειδητός στη μόδα, ακόμη και τα υποδήματα λειτουργικής απόδοσης πρέπει να είναι ελκυστικά. Τα παπούτσια του τένις έχουν μεγάλη ποικιλία χρωμάτων ακόμη και μαύρο - έτσι βασικές ιδιότητες όπως η ανθεκτικότητα των χρωμάτων γίνονται πολύ σημαντικές. Οι γραμμές σχεδίασης και στυλ που δημιουργούνται από διάφορες μάρκες μπορούν να δώσουν στα παπούτσια του τένις μια πολύ διαφορετική εμφάνιση, αλλά να είναι εξίσου λειτουργικά. Κάποιες εταιρίες δίνουν τη δυνατότητα στους αθλητές να προσαρμόσουν το σχέδιο, τα χρώματα ή ακόμα και να γράψουν μια λέξη στα τενιστικά τους παπούτσια κατά την παραγγελία on-line. (Nike.com)

Παρακάτω θα αναφερθούμε σε κάποιες από τις πιο γνωστές κατασκευάστριες αθλητικές εταιρίες τενιστικών παπουτσιών και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν.

2.1.2 Τεχνολογία τενιστικών παπουτσιών της Adidas

Σύμφωνα με την ιστοσελίδα www.tennisexpress.com η Adidas είναι μια από τους ισχυρότερες κατασκευάστριες εταιρίες στην αγορά παπουτσιών τένις. Είναι χορηγός εταιρεία σε επαγγελματίες αθλητές παγκόσμιας κλάσης όπως είναι η Angélique Kerber, ο Dominic Thiem, η Simona Halep, ο Alexander Zverev και ο Στέφανος Τσιτσιπάς. Οι γραμμές παπουτσιών τους καλύπτουν όλα τα επίπεδα του παιχνιδιού και καινοτομούν στο σχεδιασμό και κατασκευή του τενιστικού παπουτσιού για δεκαετίες.

Οι τρέχουσες τεχνολογίες παπουτσιών τένις Adidas περιλαμβάνουν:

- Adiprene

Αυτό το υλικό είναι τοποθετημένο στο τακούνι του παπουτσιού. Αυτή η τεχνολογία βοηθά στη μείωση των επιπτώσεων της έντονης προπόνησης και των αγώνων. Απορροφά τους κραδασμούς και με αυτό τον τρόπο προστατεύει όχι μόνο τις φτέρνες των αθλητών από πρόσθετη επιβάρυνση, αλλά και τις αρθρώσεις τους. Υπάρχει και το AdIPRENE+ που τοποθετείται συνήθως κάτω από το δάκτυλο του παπουτσιού, άλλα μπορεί επίσης να τοποθετηθεί και σε ολόκληρη την μπροστινή περιοχή του ποδιού. Αυτό το υλικό έχει σχεδιαστεί ειδικά για να αντέχει σε κάθε τύπο γηπέδου για μέγιστη ευχέρεια χρήσης και άνεσης.

- Boost

Αυτή η τεχνολογία συνδυάζει την άνεση με ενισχυμένη ανάκαμψη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία περισσότερης ενέργειας στο πρώτο στάδιο τρεξίματος του αθλητή. Η απορρόφηση των κραδασμών με τη χρήση αυτού του υλικού είναι πιο μαλακή και αποδίδει περισσότερη ενέργεια από τη συμβατική τεχνολογία EVA. Μέχρι τώρα, το άνετο σήμαινε «μαλακό», ενώ η επιστροφή ενέργειας σήμαινε «σκληρό». Ως αποτέλεσμα, τα αθλητικά παπούτσια ήταν είτε άνετα είτε γρήγορα. Η τεχνολογία BOOST™ προσφέρει και τα δύο. Είναι ελαφρύ, διαπερατό από τον αέρα και σχεδιάστηκε για να παίρνει το σχήμα του ποδιού του αθλητή για πιο φυσική εφαρμογή.

- Bounce

Αυτή η καινοτομία συνδυάζεται με τεχνολογία δομής a3 για μια ενδιάμεση σόλα που εξασφαλίζει μεγαλύτερη μεταφορά ενέργειας σε κάθε βήμα και φυσική ανάκαμψη. Αυτό γίνεται μέσω των προστατευτικών κατά της σύγκρουσης που είναι ενσωματωμένοι σε αυτό. Αυτός ο σχεδιασμός μεταφράζεται σε αυξημένη απόδοση και άνεση τόσο σε ζεστό όσο και σε κρύο περιβάλλον.

- ClimaCool

Το ClimaCool έχει σχεδιαστεί ειδικά για να παρέχει τον καλύτερο εξαερισμό στα αθλητικά παπούτσια. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα παπούτσια που εφαρμόζουν αυτήν την τεχνολογία έχουν μικρές τρύπες στην ενδιάμεση σόλα, ενώ το πάνω μέρος του παπουτσιού είναι κατασκευασμένο από ύφασμα με υφή σαν «μαργαριτάρι»

- Torsion System Σύστημα στρέψης

Αυτή η τεχνολογία αποτελείται από μια ελαφριά υποστήριξη από αψίδες που επιτρέπει στο μπροστινό μέρος του ποδιού και στο πίσω μέρος να κινείται ανεξάρτητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη προσαρμογή του παπουτσιού στην επιφάνεια του γηπέδου και σταθερότητα. Χρόνια ανάπτυξης και βελτίωσης οδήγησαν σε εκδόσεις του συστήματος στρέψης που είναι μοναδικά προσαρμοσμένες για συγκεκριμένα αθλήματα. Για τα τενιστικά παπούτσια, αυτό κυρίως σημαίνει ενισχυμένη πλευρική κίνηση. (<https://www.tennisexpress.com/info/adidas-tennis-shoe-technologies>)

2.1.3 Τεχνολογία τενιστικών παπουτσιών της Nike

Σύμφωνα με την ιστοσελίδα www.tennisexpress.com η Nike είναι μια επωνυμία με μακρά ιστορία σχεδιασμού και κατασκευής παπουτσιών τένις. Είναι χορηγός σε κορυφαίους αθλητές του τένις όπως είναι ο Roger Federer, ο Rafael Nadal και η Serena Williams. Οι καινοτόμες τεχνολογίες της Nike και η ποιοτική δεξιοτεχνία της την έχουν καθιερώσει ως μια εξαιρετική επιλογή για παίκτες τένις όλων των επίπεδων.

Οι τρέχουσες τεχνολογίες παπουτσιών τένις Nike περιλαμβάνουν:

- Dynamic Fit

Το Dynamic Fit δημιουργήθηκε στο Εργαστήριο Ερευνών της Nike, εξαλείφοντας το χώρο μεταξύ του ποδιού και του παπουτσιού για απaráμιλλη άνεση, ανεξάρτητα από το μέγεθος

και το σχήμα του ποδιού. Αυτό δημιουργεί μια πιο ασφαλή εφαρμογή επειδή το παπούτσι προσαρμόζεται στο σχήμα του ποδιού του αθλητή όταν σφίγγει τα κορδόνια. Συνολικά, αυτό ελαχιστοποιεί την ολίσθηση, αυξάνει την υποστήριξη και βελτιώνει την ευελιξία.

- Flyknit

Σε αυτή την τεχνολογία χρησιμοποιεί νήματα από πολυεστέρα σε μια ακριβή πλεκτή διαδικασία κατασκευής. Τα κύρια οφέλη αυτής της δυνατότητας περιλαμβάνουν: α) Ελαφριές ιδιότητες, β) Σχεδιασμός μορφοποίησης και γ) Το άνω μέρος του παπουτσιού είναι σχεδόν χωρίς ραφές.

Σε περιοχές του παπουτσιού που απαιτούν επιπλέον ευελιξία, η Nike έχει ανοίξει το μοτίβο της πλέξης των νημάτων για ευκολία κίνησης. Ομοίως, το Flyknit εφαρμόζει ένα πιο αυστηρό μοτίβο όπου απαιτείται πρόσθετη υποστήριξη. Το αποτέλεσμα είναι ένα ελαφρύ άνω μέρος που εφαρμόζει καλύτερα στο πόδι του τενίστα και ενισχύει την άνεση με την εξάλειψη των περιττών ραφών.

- Flywire

Αυτό το υλικό αποτελείται από νήματα στρατηγικής τοποθέτησης που λειτουργούν σχεδόν σαν καλώδια για μεγαλύτερη υποστήριξη σε στοχευμένες περιοχές του παπουτσιού. Λόγω της πρόσθετης υποστήριξης του Flywire, τα παπούτσια που εφαρμόζουν αυτήν την τεχνολογία μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα μινιμαλιστικό άνω μέρος για να μειώσουν σημαντικά το βάρος.

- XDR

Σε αυτή την τεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί μια χημική ένωση καουτσούκ που είναι πολύ ανθεκτική και παρέχει εξαιρετική αντοχή και πρόσφυση σε μια ποικιλία επιφανειών. Το σχέδιο της σόλας έχει μοτίβο ψαροκόκαλου, αυτό το υλικό έχει βελτιστοποιηθεί για παίκτες τένις.

- Zoom

Αυτό το σύστημα ενσωματώνει σφιχτά τεντωμένες ίνες στο τμήμα του παπουτσιού που υπάρχει αέρας υπό πίεση. Παρόμοια με ένα ελατήριο, αυτές οι ίνες συμπιέζονται υπό πρόσκρουση και στη συνέχεια ανακάμπουν στο αρχικό σχήμα μόλις απελευθερωθεί η πίεση.

Η κύρια διαφορά με το Nike Zoom είναι ότι ο αθλητής θα αισθανθεί πιο κοντά στο έδαφος για μεγαλύτερη σταθερότητα. (<https://www.tennisexpress.com/info/nike-tennis-shoe-technologies>)

2.1.4 Τεχνολογία τενιστικών παπουτσιών της Asics

Σύμφωνα με την ιστοσελίδα www.tennisexpress.com τα παπούτσια τένις που σχεδιάζει και κατασκευάζει αυτή η εταιρεία είναι από τα πιο ποιοτικά παπούτσια στο άθλημα. Με εμβληματική πρόοδο στα παπούτσια τρεξίματος, η ASICS έχει θέσει τον πήχη για υψηλής απόδοσης υποδήματα σε διάφορα αθλήματα. Είναι χορηγός εταιρεία του νούμερο ένα της παγκόσμιας κατάταξης Novak Djokovic ενώ και πολλοί άλλοι αθλητές προτιμούν τα παπούτσια της τόσο σε επαγγελματικό όσο και σε ερασιτεχνικό επίπεδο.

Οι τρέχουσες τεχνολογίες παπουτσιών τένις ASICS περιλαμβάνουν:

- Ahar και Aharplus

Είναι ένα υλικό εξωτερικής σόλας σχεδιασμένα με εξαιρετική αντίσταση στην τριβή και έχοντας υπόψη τη δημιουργία ενός άνετου τενιστικού παπουτσιού. Το καουτσούκ που χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα προέρχεται από ελαστικά αυτοκινήτου, οπότε οι αθλητές μπορούν να περιμένουν το παπούτσι να έχει υψηλό επίπεδο αντοχής. Αντίθετα, η άνεση του παπουτσιού οφείλεται στον σπογγώδη σχεδιασμό της σόλας, η οποία είναι 50% ελαφρύτερη από αυτή που υπάρχει στα παραδοσιακά προϊόντα. Οι κύριες διαφορές μεταξύ των δύο επαναλήψεων αυτής της τεχνολογίας είναι οι εξής: Η αντίσταση στην τριβή έχει βελτιωθεί χρησιμοποιώντας ένα ελαστικό υλικό που χρησιμοποιείται επίσης για ελαστικά αυτοκινήτου που απαιτούν υψηλή

αντοχή ως το κύριο υλικό για την εξωτερική σόλα και αναμειγνύοντας το με ενισχυτικό υλικό. Το Ahar έχει αντοχή στην τριβή περίπου δύο φορές υψηλότερη και το Aharplus περίπου τρεις φορές υψηλότερη από το συμβατικό ελαστικό μας. Η σπογγώδης του μορφή έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους περισσότερο από 50% σε σύγκριση με τα συμβατικά παπούτσια. Η αντοχή στην εξωτερική τριβή της σόλας επηρεάζει σημαντικά τη ζωή των παπουτσιών. Τα Ahar και Aharplus έχουν αναπτυχθεί με βάση την έννοια της συμβολής στη μείωση του περιβαλλοντικού φορτίου παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής των προϊόντων, χρησιμοποιώντας ανθεκτικά στην τριβή υλικά για σόλες που τα κάνουν ανθεκτικά για μακροχρόνια χρήση.

- FlyteFoam

Η τεχνολογία Midsole FlyteFoam® είναι μια σημαντική καινοτομία από το Ινστιτούτο Αθλητικών Επιστημών Asics. Διαθέτει οργανικές "σούπερ ίνες" που παρέχουν προσαρμοστική απορρόφηση των κραδασμών και εξαιρετική ανάκαμψη. Το υλικό έχει σχεδιαστεί για να είναι ανθεκτικό, αλλά και ελαφρύ. Στην τρέχουσα μορφή του, το FlyteFoam είναι 55% ελαφρύτερο από το βιομηχανικό πρότυπο. Ενώ αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται συνήθως σε παπούτσια για τρέξιμο, έχει προσαρμοστεί και για χρήση σε παπούτσια του τένις.

- Gel

Κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1986 και ανανεώθηκε με την πάροδο του χρόνου για να παρέχει μια αξιόπιστη, απορρόφηση κραδασμών και μια άνετη και μαλακή μεσαία σόλα. Αυτό το σύστημα ενίσχυσης αποτελείται από διάφορα δομικά στοιχεία γέλης, η οποία είναι φτιαγμένη από ανθεκτική σιλικόνη, με αποτέλεσμα να παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια που δέχεται πιέσεις από το πόδι του τενίστα. Είναι τοποθετημένη συνήθως στο εμπρόσθιο μέρος του ποδιού όπου βελτιώνει την απορρόφηση των κραδασμών στο στάδιο της ώθησης, στο πίσω μέρος του ποδιού όπου υπάρχει απορρόφηση των κραδασμών κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης βοηθώντας με αυτό τον τρόπο την ομαλή μετάβαση στη φάση στήριξης ή και στα δύο τμήματα του παπουτσιού όπου γίνεται απορρόφηση των κραδασμών τόσο κατά το στάδιο

της πρόσκρουσης όσο και κατά το στάδιο της ώθησης επιτρέποντας έτσι την κίνηση σε πολλαπλά επίπεδα καθώς το πόδι κινείται σε όλες τις φάσεις του διασκελισμού. Ως αποτέλεσμα, οι αθλητές μπορούν να περιμένουν άνετη, υποστηρικτική και ανταποκρινόμενη απόδοση.

- IGS

Το IGS (Impact Guidance System) είναι μια βασική φιλοσοφία σχεδιασμού γύρω από την οποία κατασκευάζονται τα αθλητικά παπούτσια της Asics. Ο στόχος είναι να ενθαρρύνει το πόδι να αποδίδει με έναν πιο φυσικό τρόπο. Αυτό έγινε δυνατό με την επίτευξη της συνεργασίας ανάμεσα στο παπούτσι και το πόδι.

Αυτή η τεχνολογία σχεδιάστηκε το 2001 όταν οι ερευνητές της Asics άρχισαν να επανεξετάζουν πλήρως τη συμβατική σοφία που είναι κοινώς αποδεκτή στον σχεδιασμό αθλητικών υποδημάτων. Το κύριο επίκεντρο του IGS είναι η αρχή της «δυναμικής σταθερότητας». Αυτό περιλαμβάνει την ενσωμάτωση συστημάτων σε ένα παπούτσι που θα αντιμετωπίζει όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο πόδι και στο κάτω άκρο σε όλες τις κινήσεις κατά τη διάρκεια ενός αγώνα αντισφαίρισης. (<https://www.tennisexpress.com/info/asics-tennis-shoe-technologies>)

2.2 Νέες τεχνολογίες στην ένδυση

Τα αθλητικά ρούχα που φοράνε μερικοί από τους κορυφαίους τενίστες και τενίστριες έχουν εξελιχθεί πέρα από την πρακτική ανάγκη της ελευθερίας της κίνησης χρησιμοποιούν τις καινοτομίες της τεχνολογίας υφάσματος που βοηθάνε στον έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματος και στηρίζει τους μυς, ενώ παρέχει επίσης την ευκαιρία στους παίκτες να εκφράζουν την προσωπικότητά τους και την αίσθηση στυλ. Οι σύγχρονες τενιστικές εμφανίσεις βελτιώνουν την απόδοση του τενίστα. Το 2017, η φυσική κατάσταση βρίσκεται στο προσκήνιο του επαγγελματικού τένις, καθώς οι παίκτες συζητούν ανοιχτά τα προγράμματα προπόνησης και διατροφής τους, ωθώντας τα όριά τους για να αυξήσουν τα επίπεδα φυσικής κατάστασης, αντοχής και δύναμης (Djokovic 2014; Mitchell 2014). Η φυσική αντοχή είναι εμφανής στο

παιχνίδι των κορυφαίων παικτών. Με αυτόν τον υψηλού επιπέδου αθλητισμό έρχεται ένας νέος ρόλος για αθλητικά είδη που ενσωματώνουν διάφορες μορφές τεχνολογίας που μπορούν να φορεθούν. Η πρόοδος στην επιστήμη των υφασμάτων σημαίνει ότι είναι πλέον δυνατό όχι μόνο να κοιτάξουμε ένα ρούχο, αλλά να το κοιτάξουμε, μέσω βιομετρικών λήψεων, σε μια απόδοση που πραγματοποιείται μέσω της ανάλυσης των δεδομένων. Σύμφωνα με τον Pailes-Friedman, «αυτό που κάνει τα έξυπνα υφάσματα επαναστατικά είναι ότι έχουν την ικανότητα να κάνουν πολλά πράγματα που τα παραδοσιακά υφάσματα δεν μπορούν, συμπεριλαμβανομένης της επικοινωνίας, της μετατροπής, την μεταφορά ενέργειας και ακόμη και της ανάπτυξης» (Gaddis 2014). Νέες συμβατές τεχνολογίες, ανταποκρινόμενες σε φυσιολογικές και περιβαλλοντικές παραλλαγές, έχουν μετατρέψει το ρόλο του τενιστικού ρούχου σε μια σειρά διαδραστικών διεπαφών. Ο Manning (2007) γράφει ότι «δεν υπάρχει ένα ενιαίο σώμα. Υπάρχουν δέρματα, δεκτικές επιφάνειες και χειρονομίες ». Τα έξυπνα υφάσματα προσφέρουν τη δυνατότητα ζωντανών και ψηφιακών κινήσεων για επικοινωνία στη στιγμή της απόδοσης μέσω της ένδυσης ενός παίκτη ως δεκτική επιφάνεια. Οι δυνατότητες της τεχνολογίας που μπορεί να φορεθεί προχωρούν παράλληλα με το αυξανόμενο πρακτικό και ακαδημαϊκό ενδιαφέρον για τον μετρήσιμο εαυτό (Swan 2013). Καθώς τα Tesla Studios ξεκίνησαν τις πωλήσεις του Tesla Suit - ένα ολόσωμο ρούχο που χρησιμοποιεί τεχνολογία προσομοίωσης των μυών μέσω της εικονικής πραγματικότητας και της ασύρματης σύνδεσης για να συλλάβει την κίνηση και να προσομοιώσει διάφορες εμπειρίες μέσω του δέρματος, όπως για παράδειγμα η αίσθηση που δημιουργείται από ένα ελαφρύ αεράκι (Heinrich 2016) - μια τέτοια καινοτομία για τα είδη αθλητικής ένδυσης είναι πιθανό να αναπτυχθεί και να εξελιχθεί. Με αυτήν την ανάπτυξη έρχεται η δυνατότητα να εφαρμοστούν πειραματικές μεθοδολογίες σε σχέση με την αίσθηση και τον υπολογιστικό χαρακτήρα των έξυπνων υφασμάτων και να καταδειχθεί ο βαθμός στον οποίο μπορεί να μετρηθεί η απόδοση μέσω των έξυπνων ρούχων.

Οι επαγγελματίες παίκτες του τένις γίνονται εξειδικευμένοι σε πολύ συγκεκριμένες μορφές κίνησης όπως το σερβίς και το forehand για παράδειγμα, καθώς και ο χειρισμός της ρακέτας ενάντια στη μπάλα. Για να αναπτύξουν τέτοιες δεξιότητες, τα άτομα πρέπει να αναπτύξουν ένα φάσμα αισθητηριακής νοημοσύνης και να χρησιμοποιήσουν αυτή τη

νοημοσύνη για το σώμα τους για να εκτελέσουν επιδέξια και αποτελεσματικά χτυπήματα μέσα στο γήπεδο. Ο σχεδιασμός νέων μορφών έξυπνου υφάσματος, που ανταποκρίνεται στις σωματικές και περιβαλλοντικές παραλλαγές, έχει επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο οι παίκτες σχεδιάζουν και αξιολογούν τις προπονήσεις τους παράλληλα με τις επιδόσεις τους στον αγώνα (Pingali G., Opalach, A., Jean, Y, & Carlborn I., 2001).

Η εισαγωγή υλικών ανταπόκρισης και τεχνολογίας υπολογιστών στον κλωστοϋφαντουργικό τομέα προσφέρει την ευκαιρία να αναπτυχθούν έξυπνα αθλητικά είδη με έναν νέο τύπο συμπεριφοράς και λειτουργικότητας. Ευκαιρίες για έξυπνα ρούχα που οδηγούν την έρευνα γύρω από τη χρήση και τη χρησιμότητα προκύπτουν καθώς αυτά τα υφάσματα συλλέγουν διαφορετικά είδη δεδομένων και τα χρησιμοποιούν με νέους και συνδυασμένους τρόπους. Τα έξυπνα υφάσματα δεν αφορούν μόνο το συνδυασμό υφασμάτων και ηλεκτρονικών, αλλά και τη σύλληψη ενός εντελώς νέου μέσου που πρέπει να δοκιμαστεί, να μετατραπεί και να ανακαλυφθεί εκ νέου (Berzowska 2007). Τα έξυπνα υφάσματα είναι δυνατά μέσω τριών εξελίξεων: «α) νέοι τύποι υφαντικών ινών και δομών όπως αγωγίμο υλικό, β) μικρογραφία ηλεκτρονικών · και γ) ασύρματη τεχνολογία που επιτρέπει την τεχνολογία να φοριέται και να επικοινωνεί ταυτόχρονα » (Berglin 2013). Οι πέντε κύριες λειτουργίες των έξυπνων υφασμάτων είναι: αισθητήρες, επεξεργασία δεδομένων, ενεργοποιητές, αποθήκευση και επικοινωνία. Η έκταση της ευφυΐας ενός υφάσματος μπορεί να χωριστεί σε τρεις υποομάδες: «παθητική έξυπνη», «ενεργή έξυπνη» και «πολύ έξυπνη». Τα παθητικά έξυπνα υφάσματα μπορούν να αισθανθούν μόνο το περιβάλλον, τα ενεργά έξυπνα υφάσματα να αισθάνονται ερεθίσματα από το περιβάλλον και να αντιδρούν σε αυτά, και τέλος πολύ έξυπνα υφάσματα να προσαρμόσουν τη συμπεριφορά τους σε εξωτερικές συνθήκες (Das and Chowdhury, 2014).

Το 2008, η Adidas αγόρασε την Textronics®, μια ομάδα από εμπειρογνώμονες στους τομείς της κλωστοϋφαντουργίας και της ηλεκτρονικής που ειδικεύονται στο σχεδιασμό αθλητικών ρούχων χρησιμοποιώντας τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις στο ύφασμα. Στα ρούχα τους χρησιμοποιούν αισθητήρες μαλακού υφάσματος για να συλλάβουν την ηλεκτρική δραστηριότητα ή τις μηχανικές κινήσεις του σώματος. Τα ελαστικά νήματα που

χρησιμοποιούνται ως «δομικές ίνες» για την ύφανση ή πλέξιμο αγωγίμων ή οπτικών υφασμάτων και τα ελαστομερή πολυμερή εμφανίζουν αλλαγές στην ηλεκτρική αγωγιμότητα καθώς το υλικό τεντώνεται. Αυτά τα πολυμερή, με ιδιότητες μεταβλητής αντίστασης, μπορούν να συμπεριφερθούν ως μετρητές τάσης, διακόπτες και αισθητήρες για να παρακολουθούν και να συλλάβουν μια ουσιαστική κίνηση. Προς το παρόν, οι έξυπνες αθλητικές μπλούζες συχνά χρειάζονται κάποια χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων, καθώς το ύφασμα από μόνο του δεν έχει υπολογιστική ισχύ. Είναι απαραίτητη η χρήση εξωτερικού αποθηκευτικού εξοπλισμού η οποία είναι σε μικροσκοπική και ευέλικτη μορφή. Ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα για αθλητικά είδη είναι ότι το ρούχο πρέπει να πλένεται και για αυτό το λόγο πρέπει τα ηλεκτρικά εξαρτήματα να είναι μονωμένα για την αποφυγή ζημιών στο νερό / απορρυπαντικό. Έτσι, πολλά σχέδια επιλέγουν ένα αφαιρούμενο μαύρο κουτί που είναι προσαρτημένο μόνο κατά την περίοδο συλλογής δεδομένων. (Adidas.com)

Ο Ralph Lauren, που είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία των στολών για τους διαιτητές, κριτές γραμμών του Wimbledon καθώς και για τα αγόρια / κορίτσια που μαζεύουν τις μπάλες, έχει ενσωματώσει τις μεγάλες δυνατότητες δεδομένων της τεχνολογίας υφάσματος μέσω της αθλητικής μπλούζας που έχει σχεδιάσει και ονομάζεται Polo Tech. Αυτό το προϊόν είναι μία μπλούζα συμπίεσης με ενσωματωμένους βιομετρικούς αισθητήρες που λειτουργούν όπως ένα υψηλής τεχνολογίας έξυπνο βραχιόλι που καταγράφει όλα τα βιομετρικά δεδομένα του ατόμου που το φοράει. (Kooser 2014). Το νάιλον της μπλούζας εγχέεται με αγωγίμες ίνες επικαλυμμένες με ασήμι που λειτουργούν ως αισθητήρες για την παρακολούθηση της απόστασης, των θερμίδων που καίγονται, του καρδιακού ρυθμού, του στρες και της έντασης της κίνησης. Οι πληροφορίες συλλέγονται από μία αποθηκευτική μονάδα που λειτουργεί ως μαύρο κουτί και τροφοδοτεί μια εφαρμογή iOS που στη συνέχεια μεταδίδει αυτά τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σε ένα smartphone. (Kooser 2014).

Ένας αθλητής μπορεί να προσαρμόσει την προπόνηση αυξάνοντας ή την έντασή της για να πετύχει ένα συγκεκριμένο αριθμό καρδιακών χτύπων ή να εστιάσει στη μείωση του στρες σε ανταγωνιστικές καταστάσεις (Kooser 2014). Αυτές οι μπλούζες δοκιμάστηκαν από μερικά από

τα παιδιά που είναι υπεύθυνα για το μάζεμα της μπάλας στο US Open το 2014. Τα δεδομένα από τη μπλούζα μπορούν να αναλυθούν χρησιμοποιώντας αλγόριθμους που επιλέγουν τα βασικά βιομετρικά και ψυχομετρικά που ο αθλητής και ο προπονητής του επιλέγουν να παρακολουθούν (Collins 2014). Αν και η φορητή τεχνολογία διεισδύει γρήγορα στη βιομηχανία φυσικής κατάστασης, η βιβλιογραφία δείχνει ότι υπάρχει ένα μεγάλο κενό όσον αφορά την απόδοση υψηλότερου επιπέδου. Η αντίληψη ότι η φορητή τεχνολογία έχει την ικανότητα να επεκτείνει τις ανθρώπινες ικανότητες, να διαμορφώνει τη συμπεριφορά και να ενισχύει τις κοινωνικές και συμπεριφορές απόκρισης (Joinson and Piwek 2013) καλεί τη διερεύνηση της περίπλοκης φύσης της σύλληψης της κίνησης στο τένις και προσελκύει μάρκες όπως η Under Armour να ερευνήσει και να ενσωματώσει αυτή την τεχνολογία συλλογής δεδομένων στα αθλητικά προϊόντα ένδυσης τους.

Τα εφαρμοστά υφάσματα όπως το ελαστικό και το Lycra-spandex αποτελούν από καιρό αναπόσπαστο μέρος της ένδυσης των αθλητών που ασχολούνται με δραστηριότητες που κυμαίνονται από το κολύμπι και το τρέξιμο μέχρι το σκι. Για την πιο αποτελεσματική λήψη δεδομένων, το ύφασμα πρέπει να ταιριάζει όσο το δυνατόν πιο ευέλικτα και άνετα στο δέρμα, αντικατοπτρίζοντας το περίγραμμα του σώματος. Οι ελκυστικοί αισθητήρες συνδυάζουν ηλεκτρονικά εξαρτήματα, τροφοδοσία ενέργειας και ενεργοποιητές σε ένα τεντώσιμο υπόστρωμα με ελαστικούς αγωγούς. Για να αφομοιωθούν οι εύκαμπτες πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων με ύφασμα, τα εξαρτήματα πρέπει να είναι διατεταγμένα ώστε να αποφεύγονται οι «εύκαμπτες περιοχές» του σώματος όπου η υπερβολική κάμψη μπορεί να βλάψει ευαίσθητα εξαρτήματα, αλλά στο τένις είναι αυτές οι περιοχές με τη μεγαλύτερη παραλλαγή κάμψης ή κίνησης που παράγουν τα πιο πολύτιμα δεδομένα. Μια μέθοδος για την άμεση εκτύπωση βιολογικών αισθητήρων σε ρούχα έχει εφευρεθεί από το Εργαστήριο Νανοβιοηλεκτρονικής του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια στο Σαν Ντιέγκο. Εκτυπώνοντας τους αισθητήρες σε ένα ελαστικό ύφασμα, είναι σε θέση να διατηρούν στενή επαφή με το δέρμα (Yang et al. 2010). Αυτό σημαίνει επίσης ότι το σχήμα του ρούχου προσαρμόζεται στο σώμα του αθλητή καθώς αυτό μεταβάλλεται κάθε φορά που αλλάζει ο μυϊκός όγκος του αθλητή.

Οι υπεύθυνοι ανάπτυξης νέων τεχνολογιών υποστηρίζουν ότι όσοι επενδύουν σε ανταγωνιστικά αθλήματα, συμπεριλαμβανομένων μηχανικών, αθλητών και επιχειρηματιών, θα δουν μια επανάσταση στη βιομηχανία όπου οι επιδόσεις των παικτών, η στρατηγική των προπονητών και ο τρόπος παρακολούθησης των αγώνων από τους φιλάθλους θα ενισχυθούν μέσω της ευρέως διαδεδομένης τεχνολογίας για την παρακολούθηση των βιομετρικών δεδομένων των αθλητών τόσο κατά τη διάρκεια της προπόνησης όσο και κατά τη διάρκεια ενός αγώνα (Springer 2014). Το αθλητικό ρούχο και οι συναφείς λειτουργίες του μπορούν να βοηθήσουν τους παίκτες να δουν το σώμα τους μέσω ενός επιστημονικού φακού, να δουν το σώμα τους ως ένα σύστημα και να σκεφτούν πως να το βελτιώσουν. Επιπλέον, όσο η επιστήμη των υφασμάτων αφορά τις δυνατότητες έρευνας του ρούχου, το ίδιο το ρούχο γίνεται ένα εργαλείο για την έρευνα του σώματος δίνοντας περισσότερα και πιο ακριβή δεδομένα. Σύμφωνα με τον Balsamo (1995) τα έξυπνα υφάσματα και η φορητή τεχνολογία έχουν συμβάλει στη δημιουργία τεχνολογικών καινοτομιών που αποκαλούνται «νέες τεχνολογίες σωματικού χαρακτήρα»

Σύμφωνα με την ιστοσελίδα www.tennisexpress.com οι διάφορες μάρκες ενδυμάτων σχεδιάζουν για κάθε εποχή διαφορετικές σειρές ένδυσης. Ωστόσο τη σημερινή εποχή η ένδυση είναι πιο πολύπλοκη από ότι μια απλή φόρμα ή μπλούζα. Καθώς οι εταιρείες συνεχίζουν να προωθούν τις νέες τεχνολογίες υλικών που χρησιμοποιούν, τα αθλητικά ενδύματα γίνονται όλο και πιο περίπλοκα. Τους καλοκαιρινούς μήνες, σχεδιάζουν μπλούζες που απομακρύνουν τον ιδρώτα, προσφέρουν βελτιωμένη αναπνοή και παρέχουν προστασία από επιβλαβείς ακτίνες UV. Το χειμώνα, τα ρούχα είναι πιο εφαρμοστά για να διατηρούν τη θερμότητα, αλλά συγχρόνως επιτρέπουν την εξάτμιση της υγρασίας. Κάθε εταιρεία έχει τις δικές της διαφοροποιημένες προσεγγίσεις και τομείς εστίασης. Παρακάτω θα γίνει μια ανάλυση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν οι τρεις πιο δημοφιλείς εταιρίες στον τομέα της ένδυσης. (<https://www.tennisexpress.com/info/apparel-technology>)

2.2.1 Τεχνολογία ένδυσης της εταιρίας Adidas

Είναι από τις πιο ισχυρές εταιρίες στον τομέα της αθλητικής ένδυσης και είναι γνωστή για τις πρωτοποριακές τεχνολογίες που χρησιμοποιεί. Τα είδη ένδυσης της Adidas φημίζονται για το στιλ και τις υψηλές επιδόσεις τους.

Η χαρτογράφηση σώματος είναι μια πρωτοποριακή ιδέα που αναλύει τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος των γυναικών και τον ιδρώτα κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η Adidas εντόπισε τις διαφορετικές ζώνες όπου η θερμότητα και η υγρασία απελευθερώνονται με βάση το φύλο, τον τύπο σώματος και τις καιρικές συνθήκες. Στη συνέχεια σχεδίασαν ενδύματα απόδοσης που ανταποκρίνονται στις συγκεκριμένες περιβαλλοντικές απαιτήσεις του γηπέδου τένις τοποθετώντας τα κατάλληλα υφάσματα στο σωστό μέρος για να διατηρούν οι αθλητές το σώμα τους πιο στεγνό και πιο άνετο ουτως ώστε να μπορούν αποδίδουν στο μέγιστο των δυνατοτήτων τους σε όλους τις καιρικές συνθήκες.

- **ClimaChill**

Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιεί ένα ύφασμα που είναι ειδικά κατασκευασμένο για να διατηρεί τη θερμοκρασία των αθλητών σε χαμηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια της άσκησης. Τα ρούχα που κατασκευάζονται με αυτό το υλικό έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο για να διατηρούν ένα άνετο μικροκλίμα και να παρέχουν βελτιωμένη αναπνοή του δέρματος κατά την επαφή με το ρούχο.. Αυτό γίνεται μέσω των εξής: α) Cool on Contact: Οι σφαίρες ψύξης αλουμινίου είναι στρατηγικά τοποθετημένες σε περιοχές που φημίζονται για την παραγωγή ιδρώτα. Αυτό βοηθά να κρυώσει αυτά τα θερμότερα μέρη του σώματος και έχει σαν αποτέλεσμα σχεδόν μια ψυχρή αίσθηση σε επαφή. β) Κλιματικός έλεγχος: Εξειδικευμένο νήμα SubZero, κατασκευασμένο από υφαντές ίνες τιτανίου, απομακρύνει τη θερμότητα από το σώμα του αθλητή και προορίζεται για τη μεγιστοποίηση της επιφανειακής επαφής με το δέρμα του. Ως αποτέλεσμα, η επιπλέον θερμότητα μεταφέρεται μακριά από το προσωπικό του μικροκλίμα και γ) Αναπνέει: Για να βελτιστοποιηθεί η λειτουργικότητα των προαναφερθέντων

χαρακτηριστικών, το ύφασμα ClimaChill είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο για να αισθάνεται ο αθλητής το ρούχο του ελαφρύ και ευάερο.

- ClimaLite

Είναι μια από τις πιο διάσημες τεχνολογίες της Adidas μέχρι σήμερα και η συνεχής χρήση του με την πάροδο του χρόνου δείχνει πόσο επιτυχημένη είναι η χρήση αυτής της τεχνολογίας. Το ClimaLite κυκλοφόρησε για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 2000. Τοποθετήθηκε σε πολλά βαμβακερά ενδύματα, καθώς το βαμβάκι τείνει να απορροφά την υγρασία, αλλά στη σύγχρονη εποχή γίνεται πρόσμιξη του με τους περισσότερους τύπους υφασμάτων (π.χ. πολυεστέρας, νάιλον, μαλλί, κ.λπ.). Αυτή η τεχνολογία έχει σχεδιαστεί για να διατηρεί τους αθλητές στεγνούς σε θερμές θερμοκρασίες τραβώντας τον ιδρώτα από το σώμα στην εξωτερική επιφάνεια και αποτρέποντας τη συσσώρευση ιδρώτα / θερμότητας.

- Parley Ocean Plastic

Αυτή είναι μια νέα τεχνολογία που χρησιμοποιείται στη νέα σειρά ενδυμάτων Parley. Αυτή η τεχνολογία παίρνει ανακυκλωμένα πλαστικά απόβλητα από τις παραλίες και τις παράκτιες κοινότητες, πριν φτάσει στον ωκεανό, και τα μετατρέπει σε φιλικά προς το περιβάλλον ρούχα του τένις. Αυτή η τεχνολογία αναπτύχθηκε με σκοπό να συμβάλλει στη μείωση της πλαστικής ρύπανσης.

- UPF Protection

Η Adidas συνεχίζει να παρέχει στους παίκτες την απαραίτητη προστασία για κάθε καιρική κατάσταση. Η τεχνολογία προστασίας UPF έχει αναπτυχθεί για τις ημέρες που η θερμοκρασία και ο δείκτης ακτινοβολίας είναι υψηλός, με σκοπό να προστατέψει τους αθλητές από τις επιβλαβείς επιπτώσεις του Ήλιου. Υπάρχει προστασία UPF 30+, UPF 50 και UPF 50+ στα υφάσματα που επιτρέπουν καλύτερη κάλυψη ακτινών UV. (<https://www.tennisexpress.com/info/adidas-apparel-technologies>)

2.2.2 Τεχνολογία ένδυσης της εταιρίας Nike

Η εταιρεία έχει θέσει υψηλά πρότυπα όσον αφορά τα ρούχα του τένις και δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι πολλοί παίκτες σε όλο τον κόσμο την προτιμούν. Από την αρχή, η Nike συνεχίζει να αναζητά νέους καινοτόμους τρόπους για την ανάπτυξη ανώτερων ενδυμάτων τένις που περιλαμβάνουν δημιουργικά σχέδια ενώ ταυτόχρονα βοηθήσουν τον αθλητή να αποδώσει καλύτερα. Συνεχίζουν να είναι ο μεγαλύτερος κατασκευαστής σε όλο τον κόσμο και υποστηρίζουν πολλούς από τους κορυφαίους επαγγελματίες παίκτες Rafael Nadal, Serena Williams, Sloane Stephens, και Nick Kyrgios. Παρακάτω θα γίνει μια αναφορά στις πρωτοποριακές τεχνολογίες που έχουν φέρει επανάσταση στη βιομηχανία ενδυμάτων τένις.

- AeroReact

Αυτή η κορυφαία τεχνολογία υφασμάτων χρησιμοποιείται στην ενδυμασία του Rafael Nadal, ώστε να του παρέχει προσαρμοστική αναπνοή. Αυτή η τεχνολογία χρονολογείται από τον Σεπτέμβριο του 2015 όταν η Nike παρουσίασε για πρώτη φορά την τεχνολογία στα ρούχα της. Το AeroReact δημιουργήθηκε για να διευκολύνει τη διαδικασία θερμορύθμισης για το σώμα όποτε ασκείτε. Η ενδυμασία με αυτήν την ενημερωμένη τεχνολογία προσαρμόζεται μοναδικά στην αλλαγή της θερμοκρασίας του σώματός του αθλητή, επιτρέποντας τη μέγιστη αναπνοή του. Είναι μοναδικά σχεδιασμένο για να προσαρμόζεται στις αλλαγές της θερμοκρασίας ενός τενίστα. Υποστηρίζοντας τις υπάρχουσες δυνατότητες θερμορύθμισης του σώματος, αυτό το ύφασμα που αποτελείται από διμερές νήμα, ανιχνεύει τους υδρατμούς του ιδρώτα και ανοίγει τη δομή του για να μεγιστοποιήσει την αναπνοή του σώματος του αθλητή.

- Dri-Fit

Το Nike Dri-FIT είναι ένα ύφασμα πολυεστέρα υψηλής απόδοσης, μικροϊνών, που απομακρύνει τον ιδρώτα από το σώμα και τον οδηγεί στην επιφάνεια του υφάσματος, όπου και εξατμίζεται. Ως αποτέλεσμα, το Dri-FIT διατηρεί τους αθλητές στεγνούς και άνετους.

- Sphere

Το τμήμα ερευνών της εταιρίας χρειάστηκε δύο χρόνια για να δημιουργήσει, το πιο καινοτόμο μπουφάν της Nike το οποίο είναι ελαφρύ ενώ ταυτόχρονα προσφέρει ζεστασιά και εξαιρετική κινητικότητα στον αθλητή. Ο αρθρωτός σχεδιασμός και οι ραφές δημιουργούν μια προσαρμοσμένη εφαρμογή και επιτρέπουν τη φυσική κίνηση χωρίς περισπασμούς για τον παίκτη. Η τεχνολογία υπερυψωμένου κόμβου στο πίσω μέρος του υφάσματος παγιδεύει τον ζεστό αέρα κοντά στο σώμα με τον ίδιο τρόπο που μια στολή δύτη κρατά νερό. Η βασική τεχνολογία είναι ένας θερμικός σχεδιασμός λεπτού διαχωριστικού εντός του εσωτερικού υφάσματος Nike Sphere, που παρέχει αναπνοή και ελαφριά μόνωση. Ενώ οι ανυψωμένοι κόμβοι Nike Sphere παγιδεύουν τη θερμότητα, ο θερμικός σχεδιασμός του διαχωριστικού επιτρέπει τη διαφυγή της θερμότητας του σώματός για να αποτρέψει την υπερθέρμανση. (<https://www.tennisexpress.com/info/nike-apparel-technologies>)

2.3 Νέες τεχνολογίες στις ρακέτες

Η απόδοση των αθλητών σε πολλά αθλήματα επηρεάζεται ως ένα βαθμό από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιούμε. Η αντισφαίριση είναι ένα από τα αθλήματα που ανήκει στην παραπάνω περίπτωση. Η απόδοση ενός αθλητή της αντισφαίρισης μπορεί να επηρεαστεί από την ρακέτα που χρησιμοποιεί, τα αθλητικά παπούτσια που φοράει, τις μπάλες με τις οποίες παίζει καθώς και το είδος της επιφάνειας στην οποία διεξάγεται ο αγώνας ή η προπόνηση. (Allen, T.B., Haake, S.J., & Goodwill, S.R. 2010)

Η εξέλιξη της ρακέτας έχει οδηγήσει σε αλλαγή του τρόπου με τον οποίο παίζει ο τενίστας. Παλαιότερα οι αθλητές παίζανε με περισσότερο τεχνικά χτυπήματα ενώ τώρα στη σύγχρονη αντισφαίριση το παιχνίδι χαρακτηρίζεται από τα δυνατά χτυπήματα καθώς και από τις πολλές περιστροφές που δίνουν οι αθλητές στην μπάλα. (Arthur C, 1992)

Η αυξανόμενη σκληρότητα του σκελετού στις σύγχρονες ρακέτες όπως και η αυξανόμενη σκληρότητα στις μπάλες του τένις έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των κραδασμών που μεταδίδονται στο χέρι του αθλητή από την ρακέτα. Αυτός ίσως είναι ένας από τους λόγους που μπορεί ένας αθλητής της αντισφαίρισης να πάθει επικονδυλίτιδα στον αγκώνα (tennis elbow). (Brody H,2000)

Μέχρι το 1970 οι ρακέτες φτιάχνονταν συνήθως από ξύλο οξιάς και από φράξινο. Όλες είχαν διαστάσεις 68,6 x 22,9 cm που ήταν συνάρτηση των ορίων καταπόνησης του ξύλου. Στη σύγχρονη εποχή του τένις το κύριο υλικό κατασκευής της ρακέτας είναι ο γραφίτης. (Bodig J and Jayne B.A.,1982), Οι κατασκευαστές ρακετών τυλίγουν λωρίδες γραφίτη γύρω από ένα καλούπι ρακέτας και το αφήνουν να σκληρύνει. Αυτό έχει δώσει τη δυνατότητα στους μηχανικούς να σχεδιάζουν σκελετούς ρακετών υπολογίζοντας τη μηχανική του χτυπήματος χωρίς τους δομικούς περιορισμούς του ξύλου. Η εξέλιξη του βασικού κατασκευαστικού υλικού έχει οδηγήσει σε άμεσες και σημαντικές αλλαγές στα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της ρακέτας. Ο γραφίτης έχει μεγαλύτερη αντοχή στις δυνάμεις στρεσαρίσματος που ασκούνται στη ρακέτα κατά την διάρκεια του παιχνιδιού και του πλεξίματος της ρακέτας από ότι το ξύλο. Εξαιτίας αυτής του της ιδιότητας οι κατασκευαστές ρακετών μπόρεσαν να μεγαλώσουν το μέγεθος του κεφαλιού της ρακέτας καθώς και το μήκος της (Beercheck R. C., 1991). Αυτό ανάγκασε τη Διεθνή Ομοσπονδία της Αντισφαίρισης (ITF) να θέσει όριο στο μέγεθος της ρακέτας στα 73,7 x 31,8 cm (29 x 12,5 inches). (International Tennis Federation, 2005)

Μια δεύτερη σημαντική αλλαγή είναι η μείωση της μάζας, καθώς το ξύλο είναι σημαντικά πιο πυκνό από τα σύγχρονα σύνθετα υλικά. Παρατηρείται μια μείωση της μάζας της ρακέτας από τα 400 γραμμάρια στα 250 γραμμάρια , παρόλο που έχει μεγαλώσει το μέγεθος της. (Brody H.,1995)

Υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής ακόμα πιο ελαφριών ρακετών αλλά αυτό θα ήταν αντιπαραγωγικό, καθώς γίνεται λιγότερο αποτελεσματική η μεταφορά της ορμής στην μπάλα όταν η ρακέτα είναι πολύ ελαφριά. Η μείωση της μάζας της ρακέτας επέτρεψε στους αθλητές της αντισφαίρισης να αιωρούν πιο γρήγορα τη ρακέτα τους δημιουργώντας μεγαλύτερες

ταχύτητες πρόσκρουσης με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας της μπάλας. (Brody H., 1995)

Οι ταχύτητες αιώρησης είναι συνάρτηση της κατανομής της μάζας : για οποιαδήποτε μάζα ρακέτας όταν τοποθετείται περισσότερη από αυτή την μάζα κοντά στη λαβή της ρακέτας θα της επιτρέψει να αιωρείται πιο γρήγορα. Αντίθετα αν περισσότερη από αυτή την μάζα τοποθετηθεί κοντά στην άκρη της ρακέτας θα είναι πιο δύσκολη η αιώρηση της. Έχει αποδειχτεί ότι η στιγμή αδράνειας είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ταχύτητα αιώρησης (Mitchell, 2000). Με την αύξηση του μεγέθους των σύγχρονων ρακετών έχει επιτευχθεί να έχουν μεγαλύτερη πολική ροπή αδράνειας (η αντίσταση της ρακέτας στην περιστροφή γύρω από τον μακρύ άξονα της), το οποίο τις κάνει να είναι πιο φιλικές στον τενίστα σε χτυπήματα που είναι εκτός κέντρου (sweet spot). Χωρίς αμφιβολία αυτές οι αλλαγές έχουν βοηθήσει τους αρχάριους παίκτες να βελτιωθούν πιο γρήγορα. (Allen, T., Choppin, S., & Knudson, D., 2015)

Τα οφέλη των σύγχρονων ρακετών δεν περιορίζονται μόνο στους αρχάριους αθλητές. Οι πιο βαριές ρακέτες, με την προϋπόθεση ότι όλα τα άλλα χαρακτηριστικά είναι ίδια με αυτά των πιο ελαφριών ρακετών, δίνουν περισσότερη ταχύτητα στην μπάλα. Από την άλλη πλευρά οι πιο ελαφριές ρακέτες για να αναπληρώσουν αυτή την απώλεια μάζας, έχουν πιο γρήγορη αιώρηση. αναπληρώνοντας με αυτό τον τρόπο την απώλεια μάζας. Οι παίκτες τείνουν να χτυπούν την μπάλα πιο δυνατά γιατί έχει λιγότερες πιθανότητες να τις επιστρέψει ο αντίπαλος. Επιπλέον δεν κατασκευάζονται πια ρακέτες με την ίδια μάζα που είχαν οι ξύλινες. (Haake SJ, Rose P, Kotze, 2000)

Παρόλο που οι σύγχρονες ρακέτες είναι πιο ελαφριές από τις ξύλινες, είναι πιο σκληρές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παραμορφώνονται λιγότερο κατά την διάρκεια της επαφής των χορδών με την μπάλα, καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια της μπάλας στο λύγισμα της ρακέτας (αυτό δεν έχει ιδιαίτερη σημασία αν το σημείο επαφής της μπάλας με την ρακέτα είναι κοντά στο κέντρο του πλέγματος). Ακόμα και η πιο σκληρή θα λυγίσει ως έναν ορισμένο βαθμό, και υπάρχει μια θεωρητική σχέση ανάμεσα στην σκληρότητα της ρακέτας και την ταχύτητα της μπάλας. Όταν η μπάλα φεύγει από το πλέγμα, η ταχύτητα του κεφαλιού της ρακέτας θα

επιηρεάσει την ταχύτητα της. Αν η ρακέτα κινείται στην αντίθετη κατεύθυνση από την μπάλα τη στιγμή του χτυπήματος, τότε η ταχύτητα της μπάλας θα είναι μικρότερη από ότι όταν κινείται στην ίδια κατεύθυνση. Ο χρόνος επαφής της μπάλας με τη ρακέτα 5-6 sec, που σημαίνει ότι η ρακέτα πρέπει να δονείται με μια συχνότητα 166-200 HZ για να κινείται η μπάλα και η ρακέτα στην ίδια κατεύθυνση τη στιγμή που η μπάλα φεύγει από το πλέγμα της ρακέτας. Οι παλιές ξύλινες ρακέτες δονούνται στα περίπου 90 HZ ενώ οι σύγχρονες ρακέτες έχουν την δυνατότητα να δονούνται σε συχνότητες ως και 200 HZ. (Miller, 2003)

Το σύγχρονο παιχνίδι τένις βασίζεται στη δύναμη. Όσο πιο γρήγορα και δυνατά χτυπά ένας παίκτης την μπάλα τόσο λιγότερες πιθανότητες έχει ο αντίπαλος να την επιστρέψει. Επειδή μια γρήγορη μπαλιά τείνει να πηγαίνει πιο μακριά από ότι μια αργή, οι παίκτες παίζουν με πολύ top spin για να διατηρήσουν την μπάλα μέσα στα όρια του γηπέδου. Εξαιτίας του μεγαλύτερου μεγέθους τους, το top spin εφαρμόζεται πιο εύκολα στις σύγχρονες ρακέτες, γεγονός που έχει αναμφισβήτητα συμβάλλει στην διαμόρφωση του σημερινού στυλ παιχνιδιού που θέλει τους παίκτες να βασίζονται στα δυνατά χτυπήματα. (Fillmore, I., & Hall, J. D., 2017)

Η δύναμη δεν είναι σταθερή σε όλα τα σημεία πάνω στο πρόσωπο της ρακέτας. Τα φυσικά χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν παραπάνω συμβάλλουν στην παρουσία αυτού που είναι γνωστό ως «sweet spot» (είναι το σημείο πάνω στο πλέγμα της ρακέτας που η μπάλα αποκτά την μεγαλύτερη ταχύτητα σε συνδυασμό με την ακρίβεια του χτυπήματος χωρίς η ρακέτα να παράγει πολλούς κραδασμούς). (Brody H, 2000)

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα τρία διαφορετικά είδη « sweet spot» που υπάρχουν πάνω στην επιφάνεια των χορδών της ρακέτας.

1) Κομβικό σημείο (Nodal point ή Node)

Όταν ο αθλητής της αντισφαίρισης πετυχαίνει την μπάλα σε αυτό το σημείο οι κραδασμοί που μεταφέρονται στο χέρι του είναι ελάχιστοι. Οι κραδασμοί δημιουργούνται την στιγμή της πρόσκρουσης της μπάλας με την ρακέτα. Το μέγεθος των κραδασμών εξαρτάται από

την ακαμψία της ρακέτας (οι πιο σκληρές ρακέτες παράγουν δονήσεις χαμηλότερου εύρους και με υψηλότερη συχνότητα) και από το σημείο επαφής μπάλας με ρακέτας. Όταν μια μπάλα έρχεται σε επαφή με τη ρακέτα προκαλείται δόνηση, το πλάτος της οποίας θα είναι μηδέν στο κομβικό σημείο. Αν ο αθλητής κρατάει την ρακέτα από κομβικό σημείο, δεν θα νιώθει κραδασμούς κατά την διάρκεια του χτυπήματος αλλά αντίθετα θα έχει μια ευχάριστη αίσθηση της μπάλας. Πολλοί παίκτες τοποθετούν αντικραδασμικά (μικρά βοηθήματα από καουτσούκ) στο κάτω μέρος του πλέγματος για να μειώσουν την ενόχληση που προκαλείται από τα χτυπήματα που γίνονται εκτός του κομβικού σημείου. Έχει αποδειχθεί μέσω έρευνας ότι η εφαρμογή των αντικραδασμικών στις χορδές είναι αποτελεσματική στην απόσβεση των κραδασμών των χορδών, αλλά έχουν μικρή επίδραση στο πλαίσιο της ρακέτας. (Brody, 1989)

2) Κέντρο Κρούσης (center of percussion ή COP)

Το κέντρο κρούσης είναι συνήθως λίγο πιο κοντά στη λαβή από ότι στον κόμπο της ρακέτας. Όταν ο αθλητής πετυχαίνει την μπάλα σε αυτό το σημείο αισθάνεται τον μικρότερο δυνατό κραδασμό στο χέρι του με τον καλύτερο δυνατό συνδυασμό της ακρίβειας και δύναμης του χτυπήματος. Οι κατασκευαστές ρακετών όταν αναγράφουν τις προδιαγραφές της ρακέτας αναφέρονται σε αυτό το σημείο ως το « sweet spot» της. (Brody, 1989)

3) Σημείο μέγιστου συντελεστή επιστροφής (Maximum coefficient of restitution)

Αυτό είναι το σημείο πάνω στις χορδές στο οποίο παράγεται η μέγιστη ταχύτητα της μπάλας. Για μια στατική ρακέτα, ο μέγιστος συντελεστής αποκατάστασης βρίσκεται στο κέντρο της μάζας αλλά κινείται προς την άκρη όταν αυτή αιωρείται. Ως εκ τούτου δεν θεωρείται « sweet spot». (Brody, 1997).

Επειδή οι περιοχές που περιγράψαμε παραπάνω δεν συμπίπτουν με το «sweet spot» είναι περισσότερο μια «sweet area», με την δύναμη να κορυφώνεται προς το κέντρο του κεφαλιού της ρακέτας και να μειώνεται προς την κορυφή και τον λαιμό της ρακέτας. Ωστόσο δεν προκύπτει ότι η μέγιστη ταχύτητα της μπάλας θα είναι πάντα εφικτή από το χτύπημα της στο σημείο όπου

η ισχύς βρίσκεται στο μέγιστο της. Εξίσου σημαντικός είναι και ο τρόπος με τον οποίο αιωρείται η ρακέτα. Στα χτυπήματα εδάφους, το κεφάλι της ρακέτας είναι μακριά από τον άξονα περιστροφής, οπότε υπάρχει σχετικά μικρή διαφορά ανάμεσα στις ταχύτητες της κορυφής και του λαιμού της ρακέτας. Στο χτύπημα του σέρβις όμως, ο άξονας περιστροφής βρίσκεται πιο κοντά στο κεφάλι της ρακέτας οπότε υπάρχει μια σχετικά μεγάλη διαφορά στην ταχύτητα ανάμεσα στον λαιμό και την κορυφή της ρακέτας. Επιπλέον όταν ο παίκτης χτυπάει την μπάλα κοντά στην κορυφή, όπου η ταχύτητα της ρακέτας έχει την υψηλότερη τιμή, αντισταθμίζει την απώλεια της δύναμης που προκύπτει από το χτύπημα της μπάλας μακριά από το «sweet spot». Για αυτό οι επαγγελματίες τενίστες τείνουν να χτυπούν την μπάλα κοντά στην κορυφή της ρακέτας όταν σερβίρουν και πιο κοντά στο κέντρο του πλέγματος στα χτυπήματα εδάφους. (Miller S, Cross R,2003)

Η σημαντικότητα της ισχύς της ρακέτας έχει εξεταστεί από τον Haake et al που απέδειξε ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα του service αυξάνεται ο αριθμός των άσων και μειώνεται ο αριθμός των καλών επιστροφών ιδιαίτερα για service των οποίων η ταχύτητα ξεπερνάει τα 100 mph (161km/h). (Haake et al, 2000)

Παρόλο που υπάρχουν πολλά θετικά στοιχεία στις σύγχρονες τεχνολογίες που έχουν εφαρμοστεί στην κατασκευή των ρακετών έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει αύξηση των ποσοστών των τραυματισμών των άνω άκρων είναι χρόνιοι, έχοντας αναπτυχθεί μακροπρόθεσμα μέσω των συνεχών επαναλήψεων. Αν δεν υπάρχουν ερευνητικά στοιχεία που να το υποστηρίζουν δεν είναι παράλογο να υποθέσουμε ότι η τάση για περισσότερη δύναμη είναι υπεύθυνη για την αύξηση των τραυματισμών που παρατηρείται στο τένις. Επίσης υπάρχουν λίγα στοιχεία για την ύπαρξη σοβαρών τραυματισμών στους αθλητές της αντισφαίρισης. (Knudson D, 2004)

Η αυξανόμενη ακαμψία των σύγχρονων ρακετών προκαλεί την ταχύτερη δόνηση τους. Αυτό το γεγονός έχει συνδεθεί με τον συχνότερο τραυματισμό που συναντάται στους τενίστες, την έξω επικονδυλίτιδα του αγκώνα η όπως συνηθίζεται να λέγεται αγκώνας του τενίστα (tennis elbow). Αν και το μεγαλύτερο μέγεθος της κεφαλής της ρακέτας επιτρέπει να εκτελούνται με επιτυχία τα εκτός κέντρου χτυπήματα που είναι πιο μακριά από τον κεντρικό άξονα της, επίσης

δημιουργούν υψηλότερη ροπή (δύναμη στρέψης) της ρακέτας στο χέρι. Οι μυς του αντιβραχίωνα πρέπει να αντισταθούν σε αυτή την ροπή με αποτέλεσμα την επιβάρυνση τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση μικροτραυματισμού στους εκτατικούς μυς του καρπού, κάτι που ίσως να είναι μια πιθανή αιτία πρόκλησης τραυματισμού του αγκώνα του τενίστα. Μια ακόμα αιτία που μπορεί να είναι υπεύθυνη για την δημιουργία αυτού του τραυματισμού είναι η μείωση της μάζας της ρακέτας. Με το να αιωρείται γρηγορότερα η ρακέτα η μείωση της μάζας της προκαλεί μεγαλύτερο σοκ στο χέρι όταν το χτύπημα δεν γίνεται στο κέντρο κρούσης της ρακέτας. Στηριζόμενοι σε μια ανασκόπηση των βιομηχανολογικών στοιχείων, έχει εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το σοκ που προκαλείται στο χέρι είναι η πιο πιθανή αιτία πρόκλησης του tennis elbow. (Knudson,2004)

Παρακάτω θα γίνει παρουσίαση των σύγχρονων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν για την κατασκευή των ρακετών οι εταιρείες : Wilson, Head, Babolat που κατέχουν και το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς.

2.3.1 Τεχνολογίες ρακετών Wilson

Η αφοσίωση της Wilson στην καινοτομία ίσως επιδεικνύεται με τον καλύτερο τρόπο μέσω των τριών πιο σημαντικών αθλητών της αντισφαίρισης: τον Pete Sampras, τον Roger Federer και την Serena Williams. Από την ίδρυση της εταιρίας το 1913, έχει συνεχίσει να είναι ένας από τους καλύτερους κατασκευαστές αθλητικού εξοπλισμού σε πολλά αθλήματα. Οι αθλητές γνωρίζουν και εμπιστεύονται αυτή την εταιρεία για την αριστεία της στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών κάθε χρόνο. Επί του παρόντος η Wilson έχει πέντε βασικά μοντέλα ρακετών: την Pro Staff, την Blade, την Ultra, την Burn και την Clash. Ακολουθεί μια λίστα με τις βασικές συνεισφορές της Wilson στην τεχνολογία κατασκευής ρακετών:

Η Wilson παρουσίασε για πρώτη φορά την τεχνολογία Amplifeel το 2012 με τη γραμμή ρακέτας BLX. Αυτή η τεχνολογία παρέχει μια καθαρότερη, πιο βελτιωμένη αίσθηση στη ρακέτα λόγω των γραφίτη BLX και βασάλτη. Το κατασκευασμένο αφρώδες υλικό και ένα μαλακότερο καπάκι στο άκρο βοηθούν στο φιλτράρισμα τυχόν ανεπιθύμητων κραδασμών. Το 2013, η

Wilson ανέβασε αυτήν την τεχνολογία σε ένα νέο επίπεδο, παρουσιάζοντας το Amplifeel 360. Οι λαβές ρακέτας είναι κατασκευασμένες εξ ολοκλήρου από βασάλτη και όχι από αφρό, ώστε η λαβή να μπορεί να είναι κοίλη και να παρέχει ακόμα τη μέγιστη απόσβεση κραδασμών. Αυτός ο σχεδιασμός κάνει τη ρακέτα 15% ισχυρότερη στο κάτω 1/3 του σκελετού και πιο άκαμπτη επιτρέποντας περισσότερη ισχύ. Επιπλέον, η κοίλη λαβή είναι ελαφρύτερη επιτρέποντας την τοποθέτηση βάρους σε άλλες περιοχές της ρακέτας για δομική ενίσχυση. Το Amplifeel 360 επιτρέπει ένα ελαφρύτερο και ισχυρότερο πλαίσιο με μεγαλύτερη απορρόφηση κραδασμών.

Ο βασάλτης είναι ένας φυσικός ηφαιστειακός βράχος που χρησιμοποιείται στην κατασκευή ρακετών και τον μετατρέπουν σε λεπτές και εξαιρετικά λεπτές ίνες χρυσού. Οι ίνες από βασάλτη είναι φιλικές προς το περιβάλλον και ανώτερες από άλλες ίνες όσον αφορά τη θερμική σταθερότητα, τη ηχομόνωση, τη βοήθεια κραδασμών και την ανθεκτικότητα.

Η σειρά ρακετών BLX έκανε την εμφάνιση της στην αγορά το 2010. Οι ίνες από βασάλτη υφαίνονται κατά μήκος με [K] arophiite Black για να δημιουργήσουν το πιο προηγμένο σύνθετο ποτέ στον τομέα της κατασκευής ρακετών. Οι παίκτες θα βρουν το απόλυτο στη μείωση της συχνότητας, διατηρώντας παράλληλα την απόδοση των ανθρακονημάτων όσον αφορά την ανταπόκριση, τη σταθερότητα και την ακαμψία.

Ο βασάλτης που προστίθεται στις ρακέτες φιλτράρει τις ανεπιθύμητες συχνότητες (δηλ. Δονήσεις) που φτάνουν στο χέρι για να προσφέρουν καθαρή ανατροφοδότηση και προσφέρει στους τενίστες την τέλεια αίσθηση της ρακέτας.

Υπάρχουν τρεις τεχνολογίες BLX Frame που προσφέρονται στη σειρά BLX: η Γραμμική γεωμετρία: είναι μία νέα τεχνολογία πλαισίου που παρέχει έως και 35% περισσότερη σταθερότητα σε σύγκριση με μια κλασική κατασκευή δοκού. FX: Σχεδίαση ζυγό τετράγωνου άξονα για αύξηση της στρεπτικής σταθερότητας κατά 23% σε χτυπήματα εκτός κέντρου. Τριάδα (TRIAD): Είναι ένα καινοτόμο σύστημα στο οποίο αποτελείται από τρία διαφορετικά κομμάτια όπου το στεφάνι και η λαβή χωρίζονται με το Iso-Zorb για ανώτερη άνεση.

Αυτό που πάντα αναζητούν οι παίκτες σε μια ρακέτα είναι η δύναμη, άνεση και έλεγχος. Ωστόσο, είχαν αναγκαστεί να συμβιβαστούν γιατί κάθε ρακέτα πριν την τεχνολογία της triad είχε σχεδιαστεί ως μια ενιαία μονάδα. Η κλασική σχεδίαση μίας ενιαίας μονάδας ελαχιστοποιεί πάντα ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό της ρακέτας όταν προσπαθεί να μεγιστοποιήσετε ένα άλλο. Όμως οι σχεδιαστές και οι μηχανικοί των εργαστηρίων της Wilson βρήκανε τρόπο να μεγιστοποιήσουν την ισχύ στην κεφαλή της ρακέτας και τον έλεγχο στη λαβή, αλλά παράλληλα καταφέρανε να απομονώσουν τους κραδασμούς και να τους αποτρέψουν από το να μεταφερθούν στο χέρι του αθλητή.

Για πρώτη φορά, έγινε δυνατό να σχεδιαστεί μια ρακέτα που δεν συμβιβαζόταν και εκπλήρωσε την αναζήτηση του παίκτη. Παρουσιάζοντας το TRIAD™, έναν επαναστατικό σχεδιασμό τριών συστατικών που μεγιστοποιεί την ισχύ, τον έλεγχο και την άνεση χωρίς να διακυβεύεται το ένα για το άλλο.

Το στεφάνι και η λαβή μιας ρακέτας TRIAD έχουν σχεδιαστεί ως προσαρμοσμένα εξαρτήματα. Το ένα κομμάτι της ρακέτας δεν αγγίζει ποτέ το άλλο. Η Wilson χρησιμοποιεί ως ρυθμιστή, ένα αποκλειστικό πολυμερές το Iso-Zorb™ που είναι παρόμοιο με το υλικό που χρησιμοποιείται στα θεμέλια του ουρανοξύστη για να απορροφήσει τις δονήσεις ενός σεισμού. Αυτή η καινοτόμος σχεδίαση προσφέρει ένα επίπεδο απόδοσης που είναι αδύνατο να επιτευχθεί σε μια συνηθισμένη ενιαία ρακέτα.

Οι νέες ρακέτες BLX ενσωματώνουν επίσης τρία διαφορετικά σχέδια grommet. AGT: Η τεχνολογία Articulated Grommet επιτρέπει μια εξαιρετική κίνηση 76° των χορδών αυξάνοντας το sweet spot της ρακέτας κατά 34%. Διπλή τρύπα: Μεγαλύτερες τρύπες που επιτρέπουν την κίνηση των χορδών σε γωνιά 26° για ένα μεγαλύτερο sweet spot. Κλασικό: Παραδοσιακή κίνηση των χορδών σε γωνιά 22° για κλασική απόκριση. Επιπλέον σε αυτή τη νέα σειρά ρακετών η Wilson ενσωματώνει τρία διαφορετικά σχέδια λαβής (Grip) της ρακέτας:

- Comfort Hybrid (2.0mm) - Μια βάση αφρού Air-Cell παρέχει την απόλυτη άνεση, μια απαλή PU δίνει στους παίκτες μια άνετη και κολλώδη αίσθηση. Η παχιά διάμετρος δίνει στους παίκτες την απόλυτη απορρόφηση των κραδασμών.
- Performance Hybrid (1,8 mm) - Η βάση βαμβακιού επιτρέπει μια πιο απαλή αίσθηση από το δέρμα αλλά και μια πιο σφικτή αίσθηση από τον αφρό, προσφέροντας παράλληλα εξαιρετική απορρόφηση της υγρασίας που δημιουργείται ανάμεσα στο χέρι και τη λαβή της ρακέτας κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Ένα κολλώδες PU δίνει στους παίκτες μια υψηλής απόδοσης αίσθηση της λαβής, και το μεσαίο πάχος της στα 1,8 mm δίνει έλεγχο σε όλη τη ρακέτα.
- Pro Hybrid (1,6 mm) - Μια δερμάτινη βάση θα μεταδώσει περισσότερη αίσθηση στο χέρι του παίκτη ενώ μία σταθερή PU επιτρέπει πλήρη αίσθηση της ρακέτας ενώ η λεπτή διάμετρος θα επιτρέψει στους παίκτες να αποκτήσουν μια πλήρη αίσθηση της ρακέτας.

Το Countervail είναι το ολοκαίνουργιο κατοχυρωμένο με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας υλικό που ενσωματώνεται αποκλειστικά στα πλαίσια ρακετών της Wilson που κατευθύνουν την ενέργεια της μπάλας μέσα στο πλαίσιο αντί για το σώμα. Με την ενσωμάτωση του Countervail μέσα στη ρακέτα, υπάρχει λιγότερη κατανάλωση ενέργειας στα δυνατά χτυπήματα, υπάρχει μειωμένη μυϊκή κόπωση και έχει παρατηρηθεί ότι ο αθλητής έχει μικρότερο χρόνο αποκατάστασης. Αυτό το επιτυγχάνει με προηγμένα χαρακτηριστικά απόσβεσης των κραδασμών, τα οποία μεταφέρουν λιγότερη ενέργεια της μπάλας στο σώμα του αθλητή. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ο βελτιωμένος έλεγχος της ρακέτας και ακρίβεια στο παιχνίδι.

Στην αρχή οι ρακέτες ήταν κατασκευασμένες από ξύλο, μετά ήταν από μέταλλο και μετά από γραφίτη και ανθρακονήματα. Όλες ήτανε καινοτόμες τεχνολογίες του σκελετού της ρακέτας που αναβάθμιζαν το παιχνίδι. Αλλά εδώ και 25 χρόνια δεν έχει γίνει κάποια παρόμοια καινοτόμος τεχνολογία. Έχοντας αυτό υπόψη τους τα εργαστήρια της Wilson θέσανε έναν πολύ δύσκολο στόχο να δημιουργήσουνε μια ρακέτα που μια ρακέτα που καθιστά όλες τις άλλες ρακέτες ξεπερασμένες. Το πρώτο βήμα για την επίτευξη αυτού του στόχου ήταν να κατανοήσουν οι μηχανικοί της Wilson τι πραγματικά χρειάζονται οι παίκτες. Έτσι το ερευνητικό

εργαστήριο της Wilson ξόδεψε περισσότερες από 200 ώρες συνεργαζόμενοι με αθλητικούς ψυχολόγους και περνώντας συνεντεύξεις από αθλητές για να κατανοήσουν τι ακριβώς θέλουνε από μια ρακέτα. Καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία ρακετών το ίδιο, συμβαίνει και με τα μοτίβα των χτυπημάτων των τενιστών.

Καθώς έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία ρακέτας, έτσι έχουν τα σχέδια ταλάντευσης των παικτών. Η κίνηση ταλάντευσης έχει περάσει από αυστηρά οριζόντια με τους ξύλινους και μεταλλικούς σκελετούς (το στυλ παιχνιδιού της Chris Evert και του Jimmy Connors) σε οριζόντια και κατακόρυφη κίνηση μόλις εμφανίστηκαν οι σκελετοί ρακετών από γραφίτη και ανθρακονήματα.

Το τμήμα έρευνας της Wilson ονόμασε αυτό το μοτίβο πολλαπλών επιπέδων «κίνηση χειραγίας» και συνειδητοποίησε ότι δεν είχε εφευρεθεί μια ρακέτα για να τη βελτιστοποιήσει πλήρως. Με αυτήν τη νέα μοντέρνα ταλάντευση, συνειδητοποίησαν ότι υπήρχε η ευκαιρία να δημιουργήσουν μια ρακέτα που θα μπορούσε πραγματικά να λυγίσει με διαφορετικό τρόπο. Έτσι οι ερευνητές επικεντρώθηκαν στο να φτιάξουν ένα σκελετό ρακέτας που να κάμπτεται και προς τις δύο κατευθύνσεις για να μεγιστοποιήσει την ισχύ, τον έλεγχο, το βάθος και την ακρίβεια.

Το αποτέλεσμα ήταν δύο ιδιόκτητες τεχνολογίες: FreeFlex και StableSmart. Αυτές οι τεχνολογίες δημιούργησαν τις ίνες άνθρακα σε μη συμβατικές γωνίες, δημιουργώντας ταυτόχρονα μια μοναδική γεωμετρία πλαισίου που βελτιστοποίησε το σύγχρονο σχέδιο ταλάντευσης της ρακέτας. Η ρακέτα λυγίζει σε οριζόντιες και κατακόρυφες κατευθύνσεις, ώστε οι παίκτες να μπορούν να εκτελούν την αιώρηση της ρακέτας ελεύθερα και δυνατά ενώ εξακολουθούν να ελέγχουν τη μπάλα. Καθώς ξεκίνησε η δοκιμή των πρωτοτύπων, υπήρχε η αίσθηση μέσα στην ομάδα ότι θα έλυναν ένα από τα μεγάλα μυστήρια της σύγχρονης ρακέτας: τη δημιουργία μιας ρακέτας που δεν θα αναγκάζει έναν παίκτη να επιλέγει μεταξύ ευελιξίας και σταθερότητας.

Ένας από τους κανόνες της ρακέτας είναι ότι όσο υψηλότερη είναι η βαθμολογία ευελιξίας, τόσο πιο ευέλικτη είναι η ρακέτα, ενώ όσο χαμηλότερη είναι η βαθμολογία σταθερότητας, τόσο πιο σταθερή είναι. Συνήθως, όταν μια ρακέτα γίνεται πιο ευέλικτη, γίνεται και πιο ασταθής. Ωστόσο, με την Clash, ο συνδυασμός των βαθμολογιών Stiffness Index (SI) και Torsional Stability (TS) δεν είχε παρατηρηθεί ξανά σε άλλη ρακέτα.

Με βαθμολογία SI 11,2 και βαθμολογία TS 3,9, η Clash όχι μόνο έγινε η πιο ευέλικτη ρακέτα ποτέ, αλλά η σταθερότητα βάσης της ανταποκρίθηκε στα πρότυπα της βιομηχανίας. Ήταν μια τεράστια επιτυχία της ερευνητικής ομάδας της Wilson.

Μια επαναστατική τεχνολογία που καθιστά την Clash την πρώτη ρακέτα στον κόσμο που σκόπιμα σχεδιάστηκε για να λυγίζει με οποιοδήποτε στυλ αιώρησης. Τόσο τα παραδοσιακά, οριζόντια χτυπήματα όσο και οι σύγχρονα, κάθετα ενισχύονται μέσω της ιδιόκτητης τεχνολογίας χαρτογράφησης άνθρακα(carbon mapping technology), επιτρέποντας στους παίκτες να αιωρούνται ελεύθερα και με αυτοπεποίθηση τη ρακέτα έχοντας παράλληλα τον απόλυτο έλεγχο της μπάλας.

Η Wilson clash 100 αποκαλύπτει ότι η επιτυχία στη φύση της ευελιξίας είναι ο συνδυασμός των τεχνολογιών FreeFlex και StableSmart. Αυτά τα δύο αναφέρονται ως δύο βοηθητικά καινοτόμα τεχνολογικά υλικά. Η σειρά ρακετών Clash εισάγει την ευελιξία όπου η σημασία της είναι πιο ευεργετική για να δώσει στον τενίστα τον απόλυτο έλεγχο. Το βασικό γεγονός που παρατηρείται είναι ότι με όλες τις ευέλικτες ιδιότητές της, η σταθερότητα και η ισχύς μιας πιο σκληρής ρακέτας παραμένουν μέρος των θεμελιωδών χαρακτηριστικών της. Οι τεχνολογικές δημιουργίες δεν επιτρέπεται να παρακάμψουν τις βασικές αρχές των ρακετών. Η ιδιόκτητη χαρτογράφηση άνθρακα ήτανε χρήσιμη για τη δημιουργία νέων δεδομένων για την κάμψη του σκελετού της ρακέτα δίνοντας με αυτό τον τρόπο στους επαγγελματίες αθλητές καθώς και στους ερασιτέχνες έναν πολύ γρήγορο ρυθμό ελεύθερης ταλάντευσης με σχεδόν κάθε χτύπημα. Δύο νέες τεχνολογίες περιλαμβάνουν οι ρακέτες της σειράς Clash. Το πρώτο είναι η τεχνολογία FreeFlex για την οποία εκκρεμεί δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και είναι ένα σύστημα

χαρτογράφησης άνθρακα που ενοποιεί τον άνθρακα σε μη συμβατικές γωνίες σε όλο το σκελετό των ρακετών για υψηλότερο βαθμό ευελιξίας τόσο κάθετα όσο και οριζόντια. Αυτό το σύστημα επιτρέπει στις ρακέτες να λυγίζουν με οποιοδήποτε στυλ αιώρησης για καλύτερο χτύπημα της μπάλας του τένις καθώς και να ελέγχουν την απελευθέρωση της κατά τη διάρκεια της αιώρησης. Η χαρτογράφηση άνθρακα FreeFlex τοποθετεί τις ίνες άνθρακα με νέους τρόπους, επιτρέποντας στην Wilson να δημιουργεί νέα σημεία ευκαμψίας και να λυγίζει το σκελετό της ρακέτας προς κατευθύνσεις που άλλες ρακέτες δεν μπορούν. Υπήρχε πάντα εξαιρετική σταθερότητα και ισχύ με τη βοήθεια και την ανάπτυξη της τεχνολογίας του StableSmart το οποίο είναι μια νέα γεωμετρία σκελετού που παρέχει σταθερότητα και ισχύ σε αυτούς τους εύκαμπτους σκελετούς συμπληρώνοντας με αυτό τον τρόπο την τεχνολογία FreeFlex. Το συνδυασμένο αποτέλεσμα του FreeFlex και του StableSmart δίνει στον παίκτη την ευκαιρία να ελέγξει την ακρίβεια κατεύθυνσης και το βάθος του χτυπήματος, δίνοντάς του μεγαλύτερη εμπιστοσύνη σε κάθε ταλάντευση.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της Clash 100 είναι πολύ υψηλά. Αυτό γίνεται επίσης για να ενσταλάξει ένα επίπεδο εμπιστοσύνης σε όσους αγοράζουν αυτή τη ρακέτα. Η χρήση αυτής της τεχνολογίας καθιστά την Clash ως την πρώτη ρακέτα που έχει σχεδιαστεί για να λυγίζει με οποιοδήποτε στυλ χτυπήματος, επιτρέποντας στους παίκτες να αιωρούνται τη ρακέτα ελεύθερα και με αυτοπεποίθηση έχοντας παράλληλα τον απόλυτο έλεγχο της. Ενώ το StableSmart παρέχει σταθερότητα στη Clash με μια νέα γεωμετρία υποβοηθούμενη από προσομοίωση που επιτρέπει στο σκελετό να κινείται σε προκαθορισμένες διαστάσεις. Σύμφωνα με την Wilson, η ευέλικτη αίσθηση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια αυτών των δύο καινοτόμων τεχνολογικών υλικών και τα οποία συμβάλλουν στην παροχή των πλεονεκτημάτων της ευελιξίας χωρίς να διακυβεύεται η σταθερή αίσθηση που σηματοδοτεί τις ρακέτες των καλύτερων σύγχρονων παικτών. Η εκδήλωση της επανάστασης της ρακέτας της Wilson, η Clash 100 διαθέτει ένα ζευγάρι τεχνολογιών που συνεργάζονται για να δημιουργήσουν τον απόλυτο έλεγχο. Είναι μια ρακέτα υψηλής απόδοσης που μεγιστοποιεί την ευελιξία χωρίς να θυσιάζει τη σταθερότητα, αποπνέοντας με αυτόν τον τρόπο απόλυτη εμπιστοσύνη στους παίκτες όλων των ηλικιών και

στυλ γιατί είναι μία ρακέτα που είναι εύκολη στο χειρισμό, επιτρέποντας στους αθλούμενους να χτυπήσουνε δυνατά την μπάλα έχοντας παράλληλα απόλυτο έλεγχο των χτυπημάτων τους.

Ένα άλλο καινοτόμο υλικό που χρησιμοποιεί η Wilson στις ρακέτες της είναι το Hyper Carbon το οποίο είναι ένα υλικό διαστημικής εποχής που χρησιμοποιείται κυρίως από την αεροδιαστημική βιομηχανία και έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στον κόσμο του τένις με τη σειρά Hyper Carbon Racquets. Η τεχνολογία Hyper Sweet Spot επιτρέπει ένα μεγαλύτερο ωφέλιμο πεδίο πρόσκρουσης της μπάλας (sweet spot) για όλες τις ρακέτες που είναι κατασκευασμένες με αυτό το είδος άνθρακα, το οποία με τη σειρά του παρέχει το τέλειο ποσοστό πρόσθετης ισχύος που απαιτείται για την αποτελεσματική βελτίωση του παιχνιδιού κάποιου. Το Hyper Carbon λέγεται ότι είναι τέσσερις φορές ισχυρότερο, τέσσερις φορές πιο άκαμπτο και 65% ελαφρύτερο από το τιτάνιο. Οι ρακέτες σε αυτήν τη γραμμή περιλαμβάνουν δύο κύρια στρώματα Hyper Carbon και πέντε στρώματα συμπαγούς γραφίτη.

Με την τεχνολογία της παράλληλης διατήρησης, η Wilson τοποθετεί τις τρύπες στις οποίες περνάνε τα πλαστικά προστατευτικά (grommets) παράλληλα με τις χορδές και όχι υπό γωνία. Αυτό αυξάνει την κίνηση των χορδών επιτρέποντας ένα μεγαλύτερο ωφέλιμο σημείο (sweet spot) και πρόσθετη άνεση. Αυτοί οι παράγοντες βοηθούν τους παίκτες να έχουν πιο σταθερά και δυναμικά πιο δυνατά χτυπήματα.

Το ερευνητικό εργαστήριο της Wilson αναβάθμισε το μακροχρόνιο περιμετρικό σύστημα στάθμισης (Perimeter Weighting System,PWS), για την κυκλοφορία των νέων ρακετών v3 Ultra. Τώρα γνωστό ως ενσωματωμένο περιμετρικό σύστημα στάθμισης (Integrated PWS), αυτή η αναβάθμιση χρησιμοποιεί τον όγκο της προηγούμενης τεχνολογίας και τη συνδυάζει σε μια μεγαλύτερη περιοχή. Το αποτέλεσμα είναι περισσότερη ισχύς από ένα ελαφρώς διευρυμένο στρώμα χορδών.

Το νέο του κανάλι Sweet Spot της Wilson παρουσιάζει μια κοιλότητα στο εσωτερικό των θέσεων τρία και εννέα στο κεφάλι της ρακέτας. Η κοιλότητα επεκτείνει το μήκος των οριζόντιων χορδών κατά 3,5 mm για μια πιο εκρηκτική επαφή των χορδών με την μπάλα.

Με τη χρήση της νέας τεχνολογίας στην οποία η Wilson τοποθετεί αντικραδασμικές ροδέλες (grommets Crush Zone) στο λαιμό της ρακέτας πετυχαίνει συμπίεση τη στιγμή της επαφής της ρακέτας με την μπάλα αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τον χρόνο παραμονής της μπάλας πάνω στο πλέγμα της ρακέτας, για περισσότερη άνεση και ισχύ.

Το άθλημα της αντισφαίρισης συνεχώς εξελίσσεται. Τα εργαστήρια της Wilson με τη βοήθεια του καλύτερου της αθλητή - εκπρόσωπου Roger Federer σχεδίασαν την καινούργια σειρά ρακετών Pro Staff η οποία έχει μεγαλύτερο κεφάλι, μεγαλύτερο ιδανικό σημείο κρούσης και περισσότερη δύναμη ενώ ταυτόχρονα διατηρεί την κλασσική αίσθηση που προσφέρει η Pro Staff.

Για την κατασκευή αυτής σειράς η Wilson έχει ενσωματώσει μια καινούργια τεχνολογία, την Braid 45. Σε αυτή την τεχνολογία οι σωλήνες ινών του γραφίτη και του κέβλαρ είναι πλεγμένες σε μορφή πλεξούδας και ρυθμίζονται σε γωνία 45 μοιρών για να επιτρέπουν στην μπάλα να παραμένει περισσότερο χρόνο πάνω στις χορδές της ρακέτας διατηρώντας παράλληλα τη σταθερότητα του γραφίτη και την ανθεκτικότητα του κέβλαρ.

Η κυρίαρχη πλευρά του τένις σήμερα δεν είναι η δύναμη, αλλά η περιστροφή της μπάλας. Η περιστροφή επιτρέπει στον αθλητή να έχει περισσότερη ελεγχόμενη ισχύ και ανοίγει επίσης περιοχές του γηπέδου που δεν είναι δυνατόν να επιτευχθούν με μια μπάλα που δεν έχει περιστροφές. Για αυτό το λόγο η Wilson έθεσε σαν στόχο να βοηθήσει τους παίκτες να αυξήσουν τις περιστροφές που βάζουν με το χτύπημα τους στην μπάλα χωρίς να αλλάξουν τις κινήσεις τους, και το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία της τεχνολογίας Spin Effect.

Παρόλο που φαίνεται απλό, η τεχνολογία Spin Effect ήταν ένα σοβαρό και περίπλοκο έργο και το τελικό αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία ενός άριστου μοτίβου χορδών για την παραγωγή μέγιστης περιστροφής της μπάλας. Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι ερευνητές της Wilson διαπίστωσαν ότι το σχέδιο χορδών που ήταν απαραίτητο για την παραγωγή του βέλτιστου συντελεστή τριβής στο πλέγμα ήταν 16 κύριες χορδές και 15 οριζόντιες. Ως αποτέλεσμα, οι χορδές έχουν 3,3 φορές περισσότερη κίνηση και 69% επαναφορά ή

οπισθοδρόμηση των χορδών πριν φύγει η μπάλα. Αυτό προσθέτει έως και 200 σ.α.λ. στο χτύπημα του παίκτη, το οποίο, σύμφωνα με την Wilson, είναι σαν να χαμηλώνεις το φιλέ κατά πέντε εκατοστά και να κάνεις το γήπεδο κατά 30,48 εκατοστά μεγαλύτερο. Με αυτή την τεχνολογία οι παίκτες θα έχουν μεγαλύτερο περιθώριο σφάλματος, πρόσθετο έλεγχο στα χτυπήματα του καθώς και περισσότερες περιοχές του γηπέδου στις οποίες μπορούν να κατευθύνουν την μπάλα.

Ειδικά για τους αθλητές που εκτελούνε την κίνηση του backhand με δύο χέρια οι ερευνητές των εργαστηρίων της Wilson δημιούργησαν το X2 Ergo Grip Booster. Αυτή η τεχνολογία είναι σχεδιασμένη για τον σύγχρονο τρόπο παιχνιδιού και συνδυάζει μια μακρύτερη λαβή για αυξημένη αίσθηση και μόχλευση στην κίνηση του backhand με δύο χέρια. Με έναν πιο στρογγυλό και στενό άξονα, αυτό επιτρέπει γρήγορες αλλαγές στη λαβή κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, παρέχοντας με αυτό τον τρόπο τη δυνατότητα στους παίκτες να μπορούν να προσαρμόσουν τη λαβή στο στυλ παιχνιδιού τους και να έχουν ένα πιο άνετο backhand. (<https://www.tennisexpress.com/info/wilson-racquet-technologies>)

2.3.2 Τεχνολογίες ρακετών Babolat

Πολύ καιρό πριν αρχίσει η Babolat να κατασκευάζει ρακέτες του τένις έφτιαχνε πλέγματα για τις ρακέτες. Το σήμα της εταιρίας (μια διπλή γραμμή) που υπάρχει αποτυπωμένο στα πλέγματα μερικών από τους καλύτερους παίκτες του κόσμου παραπέμπει στη συνεισφορά της εταιρίας στην καινοτομία. Το 1994, η Babolat λάνσαρε στην αγορά την πρώτη της ρακέτα του τένις και το 1998 ο Carlos Moya κέρδισε το Roland Garros και έγινε ο πρώτος τενίστας που κέρδισε ένα τουρνουά Grand Slam με Babolat ρακέτα. Η προώθηση της Aeropro Drive από τον Rafael Nadal καθιέρωσε την εταιρία στη Βόρειο Αμερική καθώς και σε όλο τον κόσμο. Με καινοτομίες όπως το Woofers System, το Aerotech, και το Babolat Play, η εταιρία έχει γίνει μια από τις κορυφαίες στην τενιστική βιομηχανία.

Η σειρά Babolat Aero θεωρείται μία από τις πιο αεροδυναμικές ρακέτες τένις στον κόσμο χάρη στην τεχνολογία AeroModular. Με τη διείσδυση του αέρα να είναι + 15% και

καλύτερη αντίσταση στον αέρα το 95% του χρόνου ο αθλητής θα επωφεληθεί με μια ταχύτερη αιώρηση της ρακέτας, μεγαλύτερη περιστροφή στην μπάλα και σημαντικά βελτιωμένο έλεγχο της μπάλας. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί επίσης σε αυξημένη ταχύτητα της κεφαλής της ρακέτας σε ολόκληρο το μοτίβο της αιώρησης, το οποίο παράγει με συνέπεια πιο ισχυρά σέρβις, πιο διεισδυτικές χτυπήματα εδάφους και πιο ακριβή βολέ.

Η Babolat έχει επικεντρωθεί στα πλεονεκτήματα της αεροδυναμικότητας εδώ και πάρα πολύ καιρό και η ρακέτα Aero Pro είναι ένα από τα καλύτερα μοντέλα της. Ο βραχίονας της ρακέτας έχει σχήμα πτέρυγας για να κόψει την αντίσταση. Αυτό το μοναδικό σχέδιο έχει αποδώσει στη σειρά ρακετών Aero Pro ταχύτητα και ευελιξία. Ο επαγγελματικός σχεδιασμός και τρόπος κατασκευής της έχει γίνει με σκοπό τη σημαντική βελτίωση του παιχνιδιού του αθλούμενου.

Η AeroModular 2 ήταν η δεύτερη συνέχεια για τις ρακέτες Babolat Aero. Στο συγκεκριμένο μοντέλο ρακέτας ο σκελετός της είχε έναν πιο «φτερωτό» άξονα σχεδιασμού που επιτρέπει ταχύτερη κίνηση ταλάντευσης μέσω του αέρα. Αυτή η δυναμική δέσμη aero καθιστά ακόμη πιο εύκολο για τους παίκτες να παράγουν ένα γρήγορο χτύπημα με αξιοσημείωτη ευκολία.

Η Babolat έχει ανανεώσει αυτήν την πρωτοποριακή τεχνολογία με τη ρακέτα: AeroModular 3. Σε αυτή τη σειρά ρακετών Pure Aero 2019 η Babolat εφαρμόζει μια καινοτόμο τεχνολογία που ενσωματώνει το πλαστικό προφυλακτικό που τοποθετείται στην κορυφή της ρακέτας καθώς και τις ροδέλες από τις οποίες περνάνε οι χορδές σε συνδυασμό με μια βελτιστοποιημένη σχεδίαση που αυξάνει την ταχύτητα της κεφαλής της ρακέτας καθώς και την περιστροφή.

Στις 24 Μαΐου 2012 στο Roland-Garros, η Babolat παρουσίασε την πρώτη Play & Connect ρακέτα. Στη ρακέτα τένις Pure Drive Play η Babolat έχει ενσωματώσει στη λαβή της ρακέτας ένα επιταχυνσιόμετρο, ένα γυροσκόπιο και ένα μικροεπεξεργαστή για τη συλλογή δεδομένων ενώ παίζει ο αθλητής. Οι αισθητήρες και οι επεξεργαστές συλλέγουν πληροφορίες

σχετικά με τη δύναμη του χτυπήματος, την περιστροφή, τη συνέπεια και πολλά άλλα. Στη συνέχεια, τα δεδομένα μπορούν να μεταφορτωθούν σε μια συσκευή iOS ή Android για ανάλυση και βελτίωση.

Η Babolat συνέχισε να καινοτομεί με την προσθήκη της ρακέτας τένις Pure Drive 2 Play, του Babolat Pop Tennis Sensor και της ρακέτας τένις Pure Aero Play.

Ένα νέο υλικό που χρησιμοποίησε η Babolat στις ρακέτες της είναι το Carbon Ply. Πρόκειται για μία νέα γενιά τεχνολογίας ινών άνθρακα υψηλής απόδοσης που τροφοδοτείται από τη Chomarac. Η Chomarac είναι ένας γαλλικός βιομηχανικός όμιλος που έχει συνεχώς καινοτόμα σύνθετα υλικά για την αυτοκινητοβιομηχανία, την αεροναυτική και τη θαλάσσια κατασκευή. Αυτό το υλικό από ανθρακονήματα χρησιμοποιείται σε άλλα αθλήματα όπως ποδηλασία, σκι και ιστιοσανίδα, αλλά τώρα πρόκειται να προστεθεί στο τένις. Αυτός ο σταθεροποιητής προστίθεται στη γραμμή ρακέτας Pure Aero του 2019 για να προσθέσει περισσότερο έλεγχο, ακρίβεια και σταθερότητα σε κάθε λήψη.

Το σύστημα απόσβεσης κραδασμών Cortex μεταδίδει χρήσιμες πληροφορίες στον αθλητή και ο σχεδιασμός της λαβής φέρνει αυτές τις πληροφορίες πιο κοντά στο χέρι του παίκτη για τέλειο έλεγχο σε κάθε χτύπημα που επιχειρεί. Αυτό το σύστημα απόσβεσης κραδασμών υπήρξε ζωτικής σημασίας τεχνολογία για την Babolat για να βοηθήσει τις ρακέτες τους να ελαχιστοποιήσουν τις δονήσεις κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.

Το Cortex Comfort είναι 20% πιο άνετο, σε συνδυασμό με μια νέα κατασκευή άξονα της ρακέτας, επιτρέποντας την τέλεια απορρόφηση των σωστών δονήσεων μέχρι το χέρι του παίκτη να έχει καλύτερη αίσθηση της μπάλας.

Το ενδιάμεσο Cortex είναι μια κατασκευή διπλού υλικού με μια αρχική διασύνδεση CDS για μεγιστοποιημένη αίσθηση σε συνδυασμό με ένα δεύτερο, πιο ευέλικτο υλικό CDS για βέλτιστη άνεση κατά την διάρκεια του χτυπήματος. Είναι ο τέλειος συμβιβασμός μεταξύ άνεσης και αίσθησης.

Το Cortex Pure Feel που παρέχεται από τη SMAC ανέβασε αυτή την αποκλειστική τεχνολογία της Babolat στο επόμενο επίπεδο. Η SMAC είναι μια καινοτόμος γαλλική αεροδιαστημική εταιρεία που ειδικεύεται στην ανάλυση κραδασμών. Για περισσότερα από 70 χρόνια, οι τεχνολογίες της SMAC έχουν αποδείξει την τεχνολογική της ικανότητα μέσω της ανάπτυξης και της καινοτομίας. Κατά κύριο λόγο οι τεχνολογίες τους χρησιμοποιούνται για αεροπλάνα και διαστημικά λεωφορεία, αλλά τώρα, χάρη στο Babolat, η SMAC ενσωματώνει τις καινοτομίες τους στις ρακέτες του τένις. Για βέλτιστη απορρόφηση κραδασμών, η Babolat διαθέτει ενσωματωμένη τεχνολογία SMACWRAP® για την ανάπτυξη Cortex Pure Feel. Η τεχνολογία απόσβεσης τοποθετείται στην κεφαλή ρακέτας για να παρέχει την καλύτερη δυνατή αίσθηση, απaráμιλλη άνεση και υπέροχο ήχο.

Από το 2015, η Babolat αξιοποιεί την τεχνολογία αλληλεπίδρασης χορδών - σκελετού στις ρακέτες της του τένις. Αυτό επέτρεψε στο σύστημα Woofex να προσφέρει περισσότερη αίσθηση στον παίκτη με κάθε χτύπημα της μπάλας και ένα αυστηρότερο μοτίβο χορδών στην περιοχή του πλέγματος στην οποία όταν χτυπάει ο αθλητής την μπάλα έχει το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Η Babolat άλλαξε αυτή την τεχνολογία σε FSI Spin για την κυκλοφορία της σειράς Pure Aero 2016. Η τεχνολογία FSI Spin έχει ένα πιο ανοιχτό μοτίβο χορδών με ένα επαναπροσδιορισμένο βέλτιστο σημείο και επιμήκη grommets στα σημεία που αντιστοιχούν στις 6 και 12 η ώρα πάνω στο κεφάλι της ρακέτας επιτρέποντας περισσότερη κίνηση των χορδών για τη δημιουργία μέγιστης περιστροφής της μπάλας.. Αυτό έχει πλέον αναβαθμιστεί στη γραμμή Pure Aero του 2019 με επιμήκη σχήματα Spin Grommets για αύξηση της περιστροφής και επιτρέποντας μεγαλύτερο χρόνο επαφής.

Για την ανανέωση των γραμμών ρακέτας Pure Drive και Pure Strike, η Babolat αποφάσισε να προσθέσει FSI Power. Αυτή η αλλαγή προσαρμόζει ένα νέο μοτίβο χορδής και νέους δακτυλίους από τους οποίους περνάνε οι χορδές, σε σχήμα διαμαντιού για να παρέχει ένα βελτιωμένο ιδανικό σημείο χτυπήματος σε όλο το πλάτος του πλαισίου. Οι παίκτες μπορούν να

μεγιστοποιήσουν τη δύναμή τους σε κάθε χτύπημα, συμπεριλαμβανομένων και των χτυπημάτων που γίνονται εκτός του κέντρου του πλέγματος.

Η τεχνολογία GT συνδυάζει ίνες άνθρακα υψηλής πυκνότητας, προσφέροντας στην κεφαλή της ρακέτας βέλτιστη αντοχή για μεγαλύτερη ισχύ και έλεγχο. Με την ανάμειξη μετάλλων γραφίτη και βολφραμίου, η Babolat είναι σε θέση να παρέχει ρακέτες με εξαιρετική σταθερότητα στην πρόσκρουση της μπάλας, η οποία με τη σειρά της παρέχει εξαιρετική ακρίβεια.

Η Babolat επινόησε την πρώτη εργονομική λαβή τέλεια διαμορφωμένη για το χέρι του αθλητή της αντισφαίρισης. Ολόκληρη η παλάμη του χεριού είναι σε επαφή με τη λαβή της ρακέτας. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει στον αθλητή είναι μεγαλύτερη άνεση, περισσότερη ισχύ στο χτύπημα του ενώ καταβάλλει λιγότερη προσπάθεια και καλύτερο έλεγχο της γιατί απαιτείται λιγότερη περιστροφή της λαβής στο χτύπημα. Μια πιο φυσική λαβή της ρακέτας σημαίνει μεγαλύτερη άνεση. (<https://www.tennisexpress.com/info/babolat-racquet-technology>)

2.3.3 Τεχνολογία ρακετών Head

Η Head ιδρύθηκε από τον Howard Head το 1950. Ήταν ο πρώτος μηχανικός των μεταλλικών σκι που γρήγορα γίνανε πολύ δημοφιλή στις Ηνωμένες Πολιτείες. Μετά την τεχνολογική επανάσταση που έφερε στο άθλημα του σκι, ο Head έστρεψε την καινοτόμο νοοτροπία του προς το τένις και σχεδίασε μια ρακέτα τένις αλουμινίου. Η Head έχει την έδρα της στην Ευρώπη και περίπου το 30% των 100 κορυφαίων παικτών ATP υποστηρίζουν αυτή τη μάρκα ρακέτας. Στα αξιοσημείωτα αστέρια περιλαμβάνονται Άντι Μάρεϊ, Νόβακ Τζόκοβιτς, Μαρία Σαράποβα, Marin Cilic, Tomas Berdych και Σλόαν Στέφενς.

Η Head κατασκεύασε το 2016 δυο σειρές ρακετών την Speed και Instinct που είχαν την ικανότητα να προσαρμόζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις των αθλητών δίνοντας τους τη δυνατότητα να εξατομικεύσουν το πλαίσιο της ρακέτας τους. Αυτές οι εξειδικευμένες ρακέτες ήρθαν με ένα προ εγκατεστημένο ελαφρύ μοτίβο πλέγματος 16/19 και με το τυπικό μήκος, αλλά

υπήρχαν ξεχωριστά προσαρμοστικά κιτ που επέτρεπαν την προσαρμογή της ρακέτας ανάλογα με τις απαιτήσεις των αθλητών. Τα κιτ παρείχαν τρία πρόσθετα σετ ροδέλας για τις χορδές (αποτελούμενα από ένα βαρύτερο μοτίβο 16/19 καθώς και ένα ελαφρύ και βαρύ μοτίβο 16/16 για περισσότερη περιστροφή), τρεις δακτυλίους διαχωριστή για επιπλέον μήκος και ένα πρόσθετο καπάκι για να αυξήσει το βάρος στη λαβή κάνοντας τη ρακέτα πιο ισορροπημένη αν χρειάζεται.

Ο παραδοσιακός σχεδιασμός έχει κάνει τις ρακέτες όλο και πιο σκληρές. Αυτό είναι θετικό γιατί προσδίδει περισσότερη δύναμη στη ρακέτα αλλά χωρίς να υπάρχει έλεγχος της μπάλας. Οι ερευνητές της Head βρήκαν λύση σε αυτό το πρόβλημα με τη τεχνολογία Flexpoint. Οι ρακέτες με αυτή την τεχνολογία είναι οι πρώτες που κάμπτονται με έναν εντελώς νέο τρόπο.

Με την υποστήριξη της Liquidmetal, η Flexpoint τεχνολογία παραβιάζει τους κανόνες του παραδοσιακού σχεδιασμού ρακέτας με δύο επακριβώς κατασκευασμένες οπές ελέγχου, δίνοντας στη ρακέτα ένα επαναστατικό νέο σημείο ευελιξίας. Αυτές οι δύο νέες τρύπες, τοποθετημένες στα σημεία 3 και 9, όπως είναι οι δείκτες του ρολογιού, στην κεφαλή της ρακέτας, συνεργάζονται για να φέρουν τον έλεγχο σε ισχύ. Αυτό το κοίλωμα έχει σχεδιαστεί για να δημιουργεί ευελιξία μειώνοντας το ύψος της δέσμης κατά 25% κατ'ανώτατο όριο. Η τρύπα αυξάνει την ευελιξία διατομής έως και 50%.

Η Head συνεχίζει να φέρνει επανάσταση στη ρακέτα του τένις, αναποδογυρίζοντας τον παραδοσιακό σχεδιασμό. Το Flexpoint έχει σχεδιαστεί για να κάνει το πλαίσιο ρακέτας "ευέλικτο" σε πολλές θέσεις αντί για την απλή ευελιξία του άξονα που είναι ευρέως διαδεδομένη στο σχεδιασμό ρακέτας τένις. Σύμφωνα με αυτόν τον κορυφαίο κατασκευαστή εξοπλισμού τένις, αυτή η τεχνολογία παρέχει μια κίνηση που αγκαλιάζει την μπάλα τη στιγμή του χτυπήματος αυξάνοντας τον έλεγχο των παικτών και δίνοντας μια πιο σταθερή αίσθηση.

Από το 2013 η Head άρχισε να ενσωματώνει στις ρακέτες της την τεχνολογία Graphene 360+. Όπως γνωρίζουμε, η συγκεκριμένη τεχνολογική καινοτομία υπήρξε ένα πολύ επιτυχημένο στοιχείο στις ρακέτες της. Είναι μια νέα τεχνολογία που ήταν εξαιρετικά ισχυρή και ελαφριά.

Αυτό επέτρεψε στην Head να μετατοπίσει το βάρος της ρακέτας από τον άξονα προς τη λαβή και την κορυφή της κεφαλής της ρακέτας. Η ανακατανομή του βάρους παρήγαγε περισσότερη κινητική ενέργεια με λιγότερη προσπάθεια για βελτιωμένη κινητικότητα και ισχύ.

Για να συμβαδίσει με τον ανταγωνισμό και τις τεχνολογικές αλλαγές, η Head δημιούργησε μια 2η επανάληψη της Graphene που ονομάζεται Graphene XT. Η Graphene XT επικεντρώθηκε στην αύξηση του βάρους ταλάντευσης (swingweight) για περισσότερη ισχύ υψηλότερα στο πρόσωπο της ρακέτας. Η τεχνολογία συνεχίζει την τάση της μετατόπισης του βάρους στους πόλους της ρακέτας (λαβή και άκρη) για ρακέτες που ήταν 30% ισχυρότερες, 20% ελαφρύτερες και παράγουν 10% περισσότερη μεταφορά ενέργειας.

Η 3η επανάληψη της Graphene ονομάζεται Graphene Touch. Η Head αποφάσισε να προσθέσει ένα νέο υλικό το Kraibon στη ρακέτα για καλύτερη απορρόφηση κραδασμών στο σκελετό της ρακέτας. Αυτό επιτρέπει στους παίκτες να βιώσουν πλεονεκτήματα ισχύος από την τεχνολογία γραφένιου με καλύτερη αίσθηση της μπάλας και άνεση.

Η τεχνολογία Graphene 360 κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2018 με τη σειρά ρακετών Speed. Η στρατηγική τοποθέτηση του γραφένιου αναβαθμίζει την τεχνολογία της ρακέτας με το να τοποθετεί στρατηγικά αυτό το υλικό στον άξονα που εκτείνεται σε όλη την κεφαλή της ρακέτας. Το γραφένιο έχει την ιδιότητα να κάνει το πλαίσιο ισχυρότερο και να βελτιώνει τη σταθερότητα της ρακέτας για μεγαλύτερη απόδοση ενέργειας. Έτσι οι παίκτες μπορούν να έχουν μια πολύ άνετη απόκριση όταν παίζουν με πλαίσια που περιέχουν αυτή την τεχνολογία. Η Head συνεχίζει την εξέλιξη της τεχνολογίας με το γραφένιο με τη Graphene 360+. Το γραφένιο είναι ενσωματωμένο στον άξονα και την κεφαλή της ρακέτας για μεγαλύτερη σταθερότητα και μεταφορά ενέργειας. Οι σπειροειδείς ίνες ενσωματώνονται στους ώμους της ρακέτας, που ξετυλίγονται και τεντώνονται για να δημιουργήσουν μια πιο ευέλικτη και καθαρότερη αίσθηση επαφής της μπάλας με τη ρακέτα.

Η Head έφερε την επανάσταση στην κατασκευή των ρακετών με ένα νέο υλικό που δεν έχει ξαναχρησιμοποιηθεί στη σύγχρονη σχεδίαση ρακέτας, το Liquidmetal. Η Head καινοτόμησε

με τη χρήση υγρού μετάλλου για να αλλάξει το παιχνίδι από κάθε άποψη. Τα οφέλη ενισχύονται από τη Total Sweetspot Construction, το NoShox Dampening System και το ενσωματωμένο String Dampener.

Το υγρό μέταλλο εφαρμόζεται σε τέσσερις στρατηγικές περιοχές της κεφαλής της ρακέτας και είναι το μόνο υλικό που χρησιμοποιεί όλη την ενέργεια που παράγει το η κίνηση του χτυπήματος. Λόγω της υγρής ατομικής δομής του, δεν χάνεται ενέργεια κατά την πρόσκρουση της μπάλας.

Η Head χρησιμοποίησε ένα νέο υλικό στην κατασκευή των ρακετών το MicroGel. Πρόκειται για υλικό με βάση τη σιλικόνη με πολύ χαμηλή πυκνότητα. Όταν συνδυάζεται με σκληρότερες και ισχυρότερες σύνθετες ίνες και αναμιγνύεται σε ρακέτα της προσδίδει απίστευτα αποκριτικά χαρακτηριστικά. Κατά την επαφή, το MicroGel κατανέμει το φορτίο της πρόσκρουσης γύρω από το σκελετό για αίσθηση στερεάς και εξαιρετικής αίσθησης της μπάλας.

Ένα άλλο καινοτόμο υλικό που χρησιμοποίησε είναι το MXG, το οποίο είναι ο συνδυασμός μαγνησίου και Graphene Touch για να δώσει μια ισορροπία ισχύος και ελέγχου όπως καμία άλλη ρακέτα. Η γέφυρα μαγνησίου MXG με έγχυση είναι διαμορφωμένη με ακρίβεια και παρέχει απόλυτη σταθερότητα σε πολύ χαμηλό βάρος. Η κατασκευή της γέφυρας χρησιμοποιεί επίσης μεγαλύτερες κύριες χορδές για να ενισχύσει το μέγεθος του βέλτιστου σημείου επαφής και να αυξήσει την ισχύ της ρακέτας.

Η Head συνδυάζει ανώτερες τεχνολογίες στην οικογένεια YouTek για να ταιριάζει απόλυτα στις ατομικές ανάγκες του κάθε παίκτη. Χρησιμοποιώντας το d3o ένα έξυπνο υλικό που διαθέτει μη φυσιολογικά χαρακτηριστικά συμπεριφοράς, ειδικότερα υπό δυναμικό φορτίο ή πρόσκρουση, ενσωματωμένο στη διάταξη και τον άξονα της ρακέτας, το νέο d3o προσφέρει στους παίκτες νέες δυνατότητες.

Το d3o μπορεί να έχει νόημα σε χτυπήματα υψηλής ταχύτητας (επιθετικά χτυπήματα), τα έξυπνα μόρια κλειδώνουν μεταξύ τους σε νανοδευτερόλεπτα και αυξάνουν δραματικά την

ακαμψία ολόκληρου του πλαισίου της ρακέτας για να παρέχουν μέγιστη ισχύ. Σε χτυπήματα χαμηλής ταχύτητας, τα μόρια d3o απορροφούν την πρόσκρουση για να παρέχουν μια πιο απαλή αφή για καλύτερη αίσθηση. (<https://www.tennisexpress.com/info/head-racquet-technology>)

2.4 Νέες τεχνολογίες στις μπάλες

Ο βασικός τρόπος κατασκευής της τενιστικής μπάλας δεν έχει αλλάξει για πολλά χρόνια. Στην ουσία η μπάλα αποτελείται από ένα σφαιρικό κέλυφος που είναι γνωστό ως ο «πυρήνας», (core) το οποίο αποτελείται από δυο ημισφαίρια που είναι καλυμμένα από δυο κομμάτια ύφασμα. Ο πυρήνας αποτελείται κυρίως από καουτσούκ, αλλά περιέχει επίσης μια σειρά από πρόσθετα που βοηθούν στην δημιουργία των επιθυμητών ιδιοτήτων. Παραδοσιακά όλες οι τενιστικές μπάλες ήταν καλυμμένες από ένα χονδρό μάλλινο ύφασμα (milton) το οποίο είναι ένα μείγμα από μαλλί και νάιλον. Πρόσφατα ως κάλυμμα έχει χρησιμοποιηθεί το πανί βελόνας, το οποίο είναι λιγότερο ανθεκτικό και κοστίζει λιγότερο η παραγωγή του. Ανάλογα τον τύπο μπάλας που παράγεται, η εσωτερική πίεση κυμαίνεται συνήθως από 0 έως 15 psi (0-103 kpa) πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση. Οι τενιστικές μπάλες αντλούν τα χαρακτηριστικά παιχνιδιού τους από έναν συνδυασμό κατασκευής του πυρήνα, τον τύπο υφάσματος και της εσωτερικής πίεσης. Οι κανόνες του τένις (Rules of tennis) απαιτούν από τους κατασκευαστές οι μπάλες που παράγουν να περάσουν τέσσερις δοκιμές (μάζα, μέγεθος, αντίσταση συμπίεσης και αναπήδηση) για να εγκριθούν. (International Tennis Federation, 2005). Κάποια από τα απαιτούμενα στάνταρ που έχουν θεσπιστεί παραμένουν αμετάβλητα από τότε που ορίστηκαν. Για παράδειγμα η δοκιμή της αναπήδησης στην οποία η μπάλα πρέπει να αναπηδήσει σε ύψος 53-58 ίντσες (134,6 -147,3 cm) όταν πέσει από ύψος 100 ίντσες (2,54 cm) είναι η ίδια από τότε που καθιερώθηκε το 1925. Αντίθετα ο κανόνας συμπίεσης έχει αλλάξει με την πάροδο του χρόνου με αποτέλεσμα οι μπάλες να έχουν γίνει πιο «σκληρές», το οποίο τις κάνει πιο ανθεκτικές στη συμπίεση κατά την διάρκεια της επαφής της με τις χορδές της ρακέτας ή με την επιφάνεια του γηπέδου. (International Tennis Federation, 2005).

Τα τελευταία χρόνια έχουν εισαχθεί στην αγορά διάφοροι νέοι τύποι μπάλας. Οι μπάλες χωρίς πίεση έχουν την ίδια απόδοση με τις κλασικές μπάλες. Σε αυτές τις μπάλες όπως υποδεικνύουν το όνομα τους, η εσωτερική τους πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση. Για να αντισταθμίσει τις επιπτώσεις της μεμονωμένης εσωτερικής πίεσης στην αναπήδηση της, οι μπάλες χωρίς πίεση έχουν συνήθως πιο παχύ πυρήνα και έτσι λαμβάνει ένα μεγαλύτερο ποσοστό των ιδιοτήτων αναπήδησης της από το καουτσούκ. (Miller S, Messner S, 2003)

Η μπάλα τύπου 1 είναι παρόμοια με την τυπική μπάλα εκτός από το ότι είναι πιο σκληρή. Αυτή της η ιδιότητα την κάνει πιο ανθεκτική στη συμπίεση. Σύμφωνα με τους κανόνες της αντισφαίρισης αυτός ο τύπος μπάλας συνιστάται για χρήση σε αργές επιφάνειες όπως είναι το χόμα. (Miller S, Messner S, 2003)

Η μπάλα τύπου 3 είναι 6-8% μεγαλύτερη από την μπάλα τύπου 2 ενώ κατά τα άλλα έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Το κύριο αποτέλεσμα αυτής της διαφοράς είναι ότι η μπάλα τύπου 3 έχει μεγαλύτερη αντίσταση στον αέρα για μια συγκεκριμένη ταχύτητα με αποτέλεσμα να έχει μεγαλύτερη επιβράδυνση κατά την πτήση της στον αέρα. Λόγω αυτής της ιδιότητας η μπάλα τύπου 3 τείνει να επιβραδύνει το παιχνίδι γιατί η χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να φτάσει στον αντίπαλο. Η χρήση αυτής της μπάλας συνιστάται για χρήση στις γρήγορες επιφάνειες και για τους αρχάριους επειδή έχουν περισσότερο χρόνο για να προετοιμαστούν για το χτύπημα. (Miller S, Messner S, 2003)

Οι μπάλες που έχουν κατασκευαστεί για περιοχές που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο έχουν σχεδιαστεί να έχουν χαμηλότερη αναπήδηση από τις τύπου 2 μπάλες. Αυτό έχει επιτευχθεί με την μείωση της εσωτερικής πίεσης με τον χειρισμό των ελαστικών στοιχείων του πυρήνα ή με τον συνδυασμό και των δύο. Όταν δοκιμάζονται στο επίπεδο της θάλασσας, η αναπήδηση μιας μπάλας μεγάλου υψόμετρου πρέπει να είναι 48-53 ίντσες (121,9-134,6 εκ). Η μειωμένη πυκνότητα αέρα σε υψόμετρο σημαίνει ότι η σχετική διαφορά μεταξύ των εσωτερικών πιέσεων αυξάνεται και έτσι η αναπήδηση μιας μπάλας μεγάλου υψόμετρου είναι συγκρίσιμη με εκείνη μιας τυπικής μπάλας ανά επίπεδο της θάλασσας (Miller S, Messner S, 2003).

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές φάσεις από τις οποίες περνάει η τενιστική μπάλα κατά την διάρκεια ενός χτυπήματος :

α) η επαφή της ρακέτας με την μπάλα

β) η τροχιά που διαγράφει στον αέρα

γ) η επαφή της μπάλας με την επιφάνεια (αυτή η φάση δεν ισχύει στην περίπτωση χτυπήματος volley). (Haake SJ, Carre MJ,2003)

Την επαφή της μπάλας με το έδαφος την ακολουθεί μια δεύτερη τροχιά της οποίας η εκτίμηση είναι παρόμοια με αυτή που διαγράφει η μπάλα πριν την πρόσκρουση της στο έδαφος. Μια εκτεταμένη ανασκόπηση βρήκε ότι ο συντελεστής αποκατάστασης για τις τύπου 2 τενιστικές μπάλες σε μια σκληρή επιφάνεια κυμαίνεται μεταξύ 0,75 σε 7 m/s και 0,40 σε 4,5 m/s (Miller, 2003)

Αυτό αντιστοιχεί σε μια επιστροφή ενέργειας της τάξεως του 56% (7 m/sec) και 16% (45 m/s). (Miller, 2003) Αυτοί οι αριθμοί θα είναι λίγο μεγαλύτεροι για τις κρούσεις μεταξύ μιας μπάλας και της ρακέτας (γύρω από 25% στα 45 m/sec) καθώς ένα ποσοστό της ενέργειας που απορροφάται από τις χορδές η οποία επιστρέφεται πιο αποτελεσματικά.

Έχει παρατηρηθεί ότι το σύγχρονο τένις χαρακτηρίζεται από τη δύναμη και τις περιστροφές της μπάλας (spin). Αυτοί οι δύο παράγοντες είναι αλληλένδετοι. Οι αθλητές βάζουν περισσότερες περιστροφές στην μπάλα με σκοπό να την κρατήσουν μέσα στα όρια του γηπέδου αυξάνοντας παράλληλα την ταχύτητα της. (Miller, 2003)

Αυτό το φαινόμενο που είναι γνωστό ως το φαινόμενο Magnus δημιουργείται από τον ασύμμετρο διαχωρισμό τον αέρα που ρέει πάνω από κάθε πλευρά της μπάλας καθώς διασχίζει τον αέρα. Ο αέρας που περνά πάνω από την πλευρά της μπάλας που περιστρέφεται στην ίδια κατεύθυνση παραμένει σε επαφή με την μπάλα περισσότερο από ότι η άλλη πλευρά της με αποτέλεσμα την εκτροπή των στροβίλων που δημιουργούνται. Η δύναμη που εφαρμόζεται στην

μπάλα από τον αέρα ενεργεί στην αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν στην οποία εκτρέπεται ο στρόβιλος. Επίσης σε μια περιστρεφόμενη μπάλα θα ασκηθεί μια κάθετη δύναμη που ενεργεί προς τα κάτω, η οποία κατευθύνει την μπάλα προς κάτω στο γήπεδο πιο γρήγορα. Όσο πιο πολλές περιστροφές έχει η μπάλα, τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που δημιουργείται και τόσο πιο γρήγορα η μπάλα θα επιστρέψει στην επιφάνεια του γηπέδου. Επίσης οι μπάλες που έχουν πολλές περιστροφές μπορούν να χτυπηθούν και πιο δυνατά από τους τενίστες και να παραμείνουν μέσα στα όρια του γηπέδου. Η αεροδυναμική της μπάλας του τένις αλλάζει καθώς φθείρονται και περισσότερες ίνες χάνονται κατά την πρόσκρουση της μπάλας στην επιφάνεια το γηπέδου. Έχει αποδειχτεί ότι οι δυνάμεις ανύψωσης και οπισθέλκουσας μειώνονται με την φθορά. (Goodwill, 2004) Το οποίο σημαίνει ότι για τις ίδιες αρχικές συνθήκες, οι φθαρμένες μπάλες διασχίζουν πιο γρήγορα τον αέρα και δημιουργούν λιγότερη δύναμη προς τα κάτω για να παραμείνουν μέσα στα όρια του γηπέδου. (Goodwill SR, Chin SB, Haake SJ, 2004)

Κατά την πρόσκρουση της μπάλας με την επιφάνεια το γηπέδου η μπάλα αποκτά περιστροφή, η ποσότητα της οποίας εξαρτάται από την τριβή που δημιουργείται μεταξύ της μπάλας και του γηπέδου. Η τριβή είναι συνάρτηση των υλικών από τα οποία κατασκευάζονται η μπάλα και η επιφάνεια του γηπέδου αλλά και της δύναμης που ασκείται μεταξύ τους. Η διακύμανση μεταξύ των επιφανειακών υλικών είναι σχετικά μεγάλη και έτσι ασκείται μεγαλύτερη επίδραση στη φύση της πρόσκρουσης. (Miller, 2003)

Είναι δύσκολο να αποδοθούν στην τενιστική μπάλα οι τραυματισμοί που προκύπτουν στα άνω άκρα των αθλητών, καθώς οι επαγγελματίες τενίστες χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές μάρκες, συχνά σε εβδομαδιαία βάση, οπότε τυχόν επιπτώσεις που μπορεί να έχει η μπάλα στους μυς του αθλητή απαλείφονται από αυτή την μεταβλητότητα. (Brody H.,1997)

Η Wilson, θέλοντας να καινοτομήσει, δημιούργησε την πρώτη μπάλα υψηλής απόδοσης που είναι συσκευασμένη σε ένα πλήρως ανακυκλώσιμο κουτί. Αυτή είναι η πρώτη μεγάλη καινοτομία στην τεχνολογία της μπάλας εδώ και μισό αιώνα. Η νέα αυτή μπάλα ονομάστηκε Trinity, κάνοντας την Wilson την πρώτη εταιρία τένις που έκανε ένα σημαντικό βήμα προς ένα πιο βιώσιμο μέλλον για το άθλημα. (wilson.com)

Το ερευνητικό εργαστήριο της εταιρείας γνώριζε ότι έπρεπε να ενσωματώσει κάποια μέθοδο που θα βοηθήσει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της συσκευασίας της τενιστικής μπάλας. Ο στόχος τους ήταν να δημιουργήσουν μία μπάλα του τένις με αναπήδηση που δεν είναι μόνο τόσο ζωντανή και συνεπής όσο μια μπάλα υψηλής απόδοσης, αλλά είναι επίσης κατά κάποιο τρόπο ικανή να διατηρήσει αυτά τα χαρακτηριστικά έξω από ένα πλαστικό, υπό πίεση δοχείο. (wilson.com)

Η ερευνητική ομάδα συνεργάστηκε με την Dow Chemical Company για να ενσωματώσει ένα πλαστομερές χαμηλής πυκνότητας στην υπάρχουσα ελαστική ένωση του πυρήνα της μπάλας. Αυτό έδωσε στο προϊόν την επιθυμητή αναπήδηση και τα σωστά παικτικά χαρακτηριστικά, χωρίς τη συνήθη ποσότητα πίεσης. Ο νέος πυρήνας διαθέτει ένα παχύτερο τοίχωμα, αλλά η ελαφριά δομή του κάνει την μπάλα να συμπεριφέρεται όπως και πριν. Για παραπομπή, ένας τυπικός US Open Extra Duty Ball πυρήνας είναι 3,4 mm, ενώ ο νέος πυρήνας της Trinity είναι 4,8 mm, περίπου 40% αύξηση στο πάχος του τοιχώματος. Εκτός από το ότι η μπάλα γίνεται πιο ζωντανή και συνεπής, το αυξημένο πάχος τοιχώματος μετακίνησε τη μάζα της μπάλας πιο κοντά στο κέντρο του πυρήνα, μειώνοντας τη στιγμή της αδράνειας και επιτρέποντας στους παίκτες να παίζουν με περισσότερη περιστροφή ενώ ασκούν λιγότερη ενέργεια. Αυτή η βελτίωση στον πυρήνα επιτρέπει στη νέα αυτή μπάλα να εκπληρώσει τους στόχους της για αναπήδηση, συνέπεια και ανθεκτικότητα. Έγινε η πρώτη μπάλα τένις υψηλής απόδοσης σχεδιασμένη με πλήρως ανακυκλώσιμη μη συμπιεσμένη συσκευασία, εγκεκριμένη από τη Διεθνή Ομοσπονδία Τένις ενώ παράλληλα δωρίζει το 5% των κερδών για την υποστήριξη της παγκόσμιας προσπάθειας βιωσιμότητας. Η Trinity ωθεί τα όρια της βιώσιμης απόδοσης ενσωματώνοντας ένα μοναδικό υλικό πλαστομερούς που επεκτείνει εντυπωσιακά τη φρέσκια αίσθηση της μπάλας μαζί με το STR Felt (Stretch Felt) που παρέχει βελτιωμένη ανθεκτικότητα και είναι 50% πιο ευέλικτο από την τυπική μπάλα για καλύτερη αίσθηση της μπάλας τη στιγμή του χτυπήματος. Συνδυάζοντας το νέο υλικό πυρήνα με μια πιο ευέλικτη τσόχα, η μπάλα έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με οποιαδήποτε τυπική μπάλα στην αγορά, κάνοντας την πρώτη μπάλα υψηλής απόδοσης που είναι συσκευασμένη σε ένα κουτί χωρίς πίεση. (wilson.com)

2.5 Νέες τεχνολογίες στην αντισφαίριση με αμαξίδιο

Η αντισφαίριση με αμαξίδιο είναι ένα από τα πιο αναπτυσσόμενα αθλήματα με αμαξίδιο στον κόσμο. Ιδρύθηκε το 1976 από τον Αμερικανό αθλητή του ακροβατικού σκι Brad Parks ο οποίος μετά από ένα ατύχημα που είχε έμεινε παράλυτος. Το 1980 μαζί με τον αθλητή και φίλο του Jeff Minnerbraker, που τον είχε γνωρίσει στο κέντρο αποκατάστασης, ιδρύσανε το National Foundation of Wheelchair Tennis (NWFT) το οποίο είχε ένα διοικητικό συμβούλιο που ήταν υπεύθυνο για τη διοργάνωση τουρνουά σε διάφορες αμερικανικές πόλεις. Το 1981 ιδρύθηκε η Ένωση Αθλητών Αντισφαίρισης με αμαξίδιο (Wheelchair Tennis Players Association, WTPA). Το 1988 ιδρύθηκε η Διεθνής Ομοσπονδία Αντισφαίρισης με Αμαξίδιο (International Wheelchair Tennis Federation, IWTF). Όταν το 1998 η Διεθνής Ομοσπονδία Αντισφαίρισης με Αμαξίδιο ενώθηκε πλήρως με την Διεθνή Ομοσπονδία Αντισφαίρισης ήταν ένα ιστορικό γεγονός στον αθλητισμό γιατί η αντισφαίριση με αμαξίδιο έγινε το πρώτο άθλημα που πέτυχε τέτοια ένωση σε παγκόσμιο επίπεδο. Τότε αποφασίστηκε οι αγώνες να διεξάγονται με τους ίδιους κανόνες που ισχύουν και για τους τυπικούς αθλητές με τη διαφορά ότι η μπάλα επιτρέπεται να αναπηδήσει δυο φορές. Υπάρχουν ξεχωριστές κατηγορίες για τους άντρες και για τις γυναίκες με τους αθλητές που έχουν υψηλό βαθμό αναπηρίας να αγωνίζονται στη μεικτή κατηγορία των τετραπληγικών. Έχει ενταχθεί στο αγωνιστικό πρόγραμμα των Παραολυμπιακών Αγώνων από το 1992 ενώ από το 2007 διεξάγονται αγώνες με αμαξίδιο και στα τέσσερα τουρνουά Grand Slam. Έχει το δικό της επαγγελματικό πρωτάθλημα, που περιλαμβάνει 160 τουρνουά παγκοσμίως σε σαράντα διαφορετικές χώρες σε όλο τον κόσμο. (Fuller, 2019)

Η αντισφαίριση σε αμαξίδιο έχει ένα πολύ γρήγορο ρυθμό παρόλο που η μπάλα μπορεί να αναπηδήσει δυο φορές. Επειδή οι παίκτες πρέπει να καλύψουν όλο το γήπεδο στην προσπάθεια τους να κερδίσουν τον πόντο το αμαξίδιο πρέπει να είναι γρήγορο και να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του αθλητή. (Roy et. al., 2006)

Ο στόχος του καθίσματος του αμαξιδίου είναι να επιτρέπει στον κορμό να κινείται προς όλες τις κατευθύνσεις για να αυξήσει την ικανότητα του τενίστα να φτάσει και να χτυπήσει την μπάλα. Συνήθως υπάρχει μικρή ή καθόλου κλίση στο κάθισμα για να επιτρέπεται η πλήρη

κάμψη του ισχίου ούτως ώστε ο αθλητής να μπορεί να χτυπήσει τις χαμηλές μπάλες που αναπηδούν μπροστά του. Για να αντισταθμίσει τη μειωμένη πυελική ευστάθεια (συνήθως παρέχεται από κάθισμα), ο αθλητής συνήθως ασφαρίζεται στην αναπηρική καρέκλα με ιμάντες γύρω από τα πόδια του. Η προσέγγιση των παικτών στην μπάλα αυξάνεται επίσης διατηρώντας την πλάτη του καθίσματος όσο το δυνατόν πιο χαμηλή, ενώ παράλληλα παρέχει ένα πίσω μπλοκ για τη σταθεροποίηση του ιερού οστού. Τα πόδια είναι συχνά τοποθετημένα πίσω από τα γόνατα για να μειώσουν το συνολικό μήκος της αναπηρικής πολυθρόνας, μεγιστοποιώντας την περιοχή μπροστά από τον αθλητή και αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την πρόσβαση στην μπάλα. (Vanlandewijck, Y., Theisen, D., & Daly, D, 2001).

Τα αμαξίδια συνήθως έχουν ρόδες με διάμετρο 61 ή 68,6 εκ. με υψηλής πίεσης λάστιχα και συμπαγής τροχίσκους με 5 εκ. διάμετρο. Παρόμοιο με τα αμαξίδια που χρησιμοποιούνται στην καλαθοσφαίριση και στο ράγκμπι, οι αθλητές επιλέγουν αμαξίδια με ελαφρύ σκελετό και ρόδες έχοντας σαν πρωτεύοντα σκοπό τη μείωση της δύναμης που απαιτείται να καταβάλλουν οι αθλητές για την ώθηση του αμαξιδίου. (Mason et. al., 2010)

Ο αθλητής για να χτυπήσει την μπάλα πρέπει να αιωρήσει τη ρακέτα και να σπρώξει ή να στρίψει το αμαξίδιο με το ένα χέρι μέχρι ένα σημείο ενώ χρησιμοποιεί μια ελεγχόμενη μετατόπιση του βάρους σε συνδυασμό με μια απότομη κίνηση του ισχίου. Οι κινητήριои τροχοί έχουν κλήση προς τα έξω για να έχει ο αθλητής μεγαλύτερο εύρος κίνησης στις χειρολαβές του αμαξιδίου και έτσι να μπορεί να εκτελέσει τους απαιτούμενους ελιγμούς με ευκολία. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η αυξημένη επικλινή γωνιά των τροχών μπορεί να αυξήσει τη δύναμη που απαιτείται για την ώθηση του αμαξιδίου και να μειώσει το ύψος του καθίσματος. Σε ένα ρυθμιζόμενο αμαξίδιο ένα χαμηλότερο ύψος καθίσματος μπορεί να κάνει το κάνει πιο σταθερό, αλλά ο παίκτης θα χάσει το πλεονέκτημα ύψους για να αυξήσει την ταχύτητα του σέρβις του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα κάθισμα με υψηλότερο ύψος για να έχει ο αθλητής καλύτερη άποψη του γηπέδου πάνω από το φιλέ. Κάποιοι παίκτες τροποποιούν το αμαξίδιο τους για να έχουν ένα μόνο μπροστινό τροχίσκο ή ακόμη και ένα μόνο τροχίσκο αντί-ανατροπής για να υπάρχει καλύτερη ανταπόκριση του αμαξιδίου στις στροφές, αλλά με αυτή την τροποποίηση

μειώνεται η σταθερότητα στις διαγώνιες κατευθύνσεις. Ένα άλλο σημαντικό μέσο προσαρμογής του εξοπλισμού στους τετραπλάσιους τενίστες είναι το δέσιμο με ταινία της ρακέτας στο χέρι τους. Η σταθερή καθιστή θέση είναι το κλειδί για τη διευκόλυνση καλύτερων δεξιοτήτων τένις. Η προσοχή των αθλητών πρέπει να εστιάζει στους ελιγμούς του αμαξιδίου τους και στο να χτυπήσουν την μπάλα και όχι στο να διατηρούν την ισορροπία τους. Αξεσουάρ όπως άκαμπτα προστατευτικά μηρών και συμπαγείς πλάτες καθίσματος μπορούν να παρέχουν καλύτερη πυελική σταθερότητα. Οι ελίτ παίκτες μπορεί να χρησιμοποιούν εξαιρετικά χαμηλές πλάτες στο αμαξίδιο τους που καλύπτουν μόνο την πυελική περιοχή, αλλά αυτό απαιτεί εξάσκηση και ένας ερασιτέχνης ή ακόμη και αρχάριος παίκτης θα πρέπει αρχικά να θυσιάσει κάποια ελευθερία κινήσεων για να έχει περισσότερη σταθερότητα. (Mason, 2011)

Κατά την τελευταία δεκαετία, έχουν εισαχθεί ορισμένες νέες τεχνολογίες για τη διευκόλυνση της έρευνας και της αθλητικής απόδοσης για άτομα με αναπηρία. Καθώς αυτές οι τεχνολογίες καθίστανται ευρύτερα διαθέσιμες, πρέπει να αυξηθεί ο αντίκτυπος τους για να γίνουν περισσότερο κατανοητοί οι μηχανισμοί που επηρεάζουν την προσαρμοστική αθλητική απόδοση.

Το SmartWheel (Three Rivers Holdings, LLC, Mesa, AZ, USA) είναι ένα επικυρωμένο εργαλείο που αναλύει τους χειροκίνητους χρήστες αναπηρικών αμαξάδων. Το SmartWheel μετρά τις δυνάμεις ώθησης, τη συχνότητα ώθησης, το μήκος ώθησης, την ομαλότητα ώθησης και την ταχύτητα του χρήστη. Το SmartWheel έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες για τη μέτρηση τριών διαστάσεων δυνάμεων και ροπής (Cooper, Robertson, Van Sickle, Boninger, & Shimada, 1997). Οι προσαρμογές στην τεχνολογία SmartWheel χρησιμοποιούνται για την έρευνα σχετικά με την ώθηση του αμαξιδίου και μπορεί να είναι χρήσιμες για τη βελτιστοποίηση της αθλητικής πρόωσης, των βασικών δεξιοτήτων αθλητικών αναπηρικών αμαξιδίων και για την τοποθέτηση αθλητικών αναπηρικών αμαξιδίων σε μεμονωμένους αθλητές (Koontz, Roche, Collinger, Cooper, & Boninger, 2009). Η τρέχουσα τεχνολογία SmartWheel μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διερεύνηση δεξιοτήτων τένις, ράγκμπι και μπάσκετ.

Ο αυξανόμενος αριθμός ευκαιριών για συμμετοχή και αθλητισμός σε αθλητές οδήγησε τους αθλητές να συνεργαστούν με μηχανικούς, σχεδιαστές και κατασκευαστές για να δημιουργήσουν νέα σχέδια με στόχο τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης. Αυτό οδήγησε σε επαναστατικές αλλαγές στο σχεδιασμό αναπηρικών αμαξιδίων και ταυτόχρονα τροφοδότησε την έρευνα για προσαρμοστικές αθλητικές επιδόσεις (Valesco JV, Fuentes JP, 2015)

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αλλάξει τον τρόπο προπόνησης των αθλητών και αποκατάστασης τους. Το Carbon Fiber Wheelchair είναι μια από τις πιο επαναστατικές εφευρέσεις για τη βελτίωση της απόδοσης των αθλητών. Είναι ένα εξαιρετικά ελαφρύ αναπηρικό αμαξίδιο, κατασκευασμένο εξ ολοκλήρου από ανθρακονήματα. Αυτά τα αναπηρικά αμαξίδια εξαιτίας του υλικού κατασκευής τους έχουν μεγαλύτερη αντοχή. (www.sportsmatik.com)

Τα χαρακτηριστικά του αγωνιστικού αμαξιδίου είναι τα παρακάτω:

- Το κάθισμα στο αναπηρικό αμαξίδιο έχει σχεδιαστεί για να προσαρμόζεται ανάλογα με τις ατομικές διαστάσεις και τις προτιμήσεις όσον αφορά το μήκος του καθίσματος, πλευρικό ύψος & ύψος πλάτης.
- Η χρήση ελαφρύτερων υλικών διευκολύνει τους αθλητές να ωθούν τα ελαφρύτερα αμαξίδια, επιτρέποντάς τους να κινούνται γρηγορότερα ενώ αγωνίζονται στο γήπεδο.
- Τα κατασκευασμένα από ανθρακονήματα αμαξίδια έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο για να καλύψουν τα κενά μεταξύ των τεσσάρων γωνιών ενός καθίσματος, έτσι ώστε ο αθλητής να μπορεί να νιώθει άνετα μέσα στο παιχνίδι.
- Τα μέρη του αναπηρικού αμαξιδίου άνθρακα ζυγίζουν όχι περισσότερο από 3,5 κιλά. Το συνολικό βάρος αυτών των καρεκλών είναι έως 8,5 κιλά, συμπεριλαμβανομένων των τροχών που είναι τρεις φορές ελαφρύτεροι από τις αναπηρικές καρέκλες που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στα αθλήματα με αμαξίδιο (Cooper, 2018)

Οι τροχοί που χρησιμοποιούνται στα αθλητικά αμαξίδια αποτελούνται από συνθετικές ακτίνες από σύνθετα υλικά. ελαστικά υψηλής πίεσης και χαμηλής αντίστασης. σφραγισμένα

ρουλεμάν υψηλής ποιότητας για να περιλαμβάνουν κεραμικά ρουλεμάν. και εργονομικά στεφάνια ώθησης. Οι κατασκευαστές πολύ ελαφριών αναπηρικών αμαξιδίων ενσωματώνουν επίσης πλάτες και καθίσματα που χρησιμοποιούν άκαμπτες, μορφές αμαξώματος και αντισταθμιστές στεφάνης δρόμου. Μέχρι τη δεκαετία του 1980, οι άνθρωποι συμμετείχαν σε αθλήματα με αναπηρικά αμαξίδια χρησιμοποιώντας ουσιαστικά τα ίδια αμαξίδια που χρησιμοποιούσαν για καθημερινή κινητικότητα, μερικές φορές με μικρές τροποποιήσεις, όπως μικρότερης διαμέτρου στεφανιών ώθησης και χαμηλότερο ύψος καθίσματος. Σήμερα, ο σχεδιασμός των αναπηρικών αμαξιδίων προσαρμόζεται σε κάθε συγκεκριμένο σπορ, με αποτέλεσμα δραματικές βελτιώσεις στην αθλητική απόδοση. (Cooper,1990)

Υπάρχουν μερικές βασικές αρχές σχεδιασμού αθλητικών αναπηρικών αμαξιδίων που ισχύουν σε όλα τα αθλήματα:1) βελτιστοποίηση της εφαρμογής του αναπηρικού αμαξιδίου στον χρήστη έτσι ώστε να λειτουργούν ως μία μονάδα. 2) Ελαχιστοποίηση του βάρους διατηρώντας ταυτόχρονα υψηλή ακαμψία. 3) Ελαχιστοποίηση της αντίστασης κύλισης. και 4) Βελτιστοποίηση του σπορ σχεδιασμού της καρέκλας. Τα περισσότερα σπορ πλαίσια αναπηρικών αμαξιδίων χρησιμοποιούν αλουμίνιο, τιτάνιο ή σύνθετα υλικά. Καθώς προστίθενται χαρακτηριστικά και στοιχεία, τα περισσότερα αμαξίδια χρησιμοποιούν μια ποικιλία υλικών που έχουν επιλεγεί για τον συγκεκριμένο σκοπό. Το αλουμίνιο χρησιμοποιείται ευρέως καθώς είναι ελαφρύ, εύκολο στη χρήση και άμεσα διαθέσιμο. Τα σύνθετα υλικά μπορούν να οδηγήσουν σε καλύτερα αποτελέσματα, αλλά τείνουν να είναι δαπανηρά και απαιτούν εντατική εργασία για την κατασκευή. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιούνται κυρίως από αθλητές που ανταγωνίζονται στα υψηλότερα επίπεδα. (MacLeish,M.S., Cooper, R.A., Harralson, J., Ster III J.F.,1993)

Για τη βελτίωση της απόδοσης, τα πόδια είναι τοποθετημένα κάτω από το κάθισμα, το οποίο συντομεύει την καρέκλα και το καθιστά γρηγορότερο μειώνοντας τη γωνιακή ροπή αδράνειας. Οι μάντες καστανίας χρησιμοποιούνται για να συγκρατούν τον αθλητή σταθερά στο κάθισμα και για μερικούς αθλητές τα πόδια τους είναι επίσης δεμένα στο αμαξίδιο. Αυτό βοηθά τον αθλητή και το αμαξίδιο να ενεργούν σαν ένα σώμα.

Ο σκοπός στην αντισφαίριση είναι ο αθλητής να χτυπήσει ή να επιστρέψει την μπάλα πάνω από το φιλέ με τέτοιο τρόπο ώστε ο αντίπαλος να μην μπορεί να την επιστρέψει. Ως εκ τούτου, η ταχύτητα και η ευελιξία είναι κρίσιμης σημασίας (Sindall Paul, Lendon John, 2014). Επειδή ο αντίπαλος παίκτης βρίσκεται στην απέναντι πλευρά του γηπέδου και δεν υπάρχει επαφή μεταξύ παικτών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, η καρέκλα μπορεί να γίνει πιο αεροδυναμική. Επομένως, οι αναπηρικές καρέκλες τένις έχουν ένα μόνο μπροστινό και πίσω τροχίσκο, σε αντίθεση με μια καρέκλα μπάσκετ, η οποία έχει 2 εμπρός και πίσω τροχίσκους. Οι καρέκλες του τένις έχουν συχνά λαβές στο μπροστινό μέρος του καθίσματος για να βοηθήσουν τον αθλητή να σταθεροποιήσει την ισορροπία του καθώς κλίνει ή επεκτείνεται για να χτυπήσει την μπάλα με τη ρακέτα του.

Τα σύνθετα υλικά είναι τα πιο γνωστά και με τη πιο συχνή χρήση στην κατασκευή των σύγχρονων αθλητικών αμαξιδίων. Υλικά όπως ανθρακονήματα, το κέβλαρ και ο υαλοβάμβακας είναι όλα συνθετικά υλικά που χρησιμοποιούν θερμικό ή θερμό πλαστικό σαν συνδετικό μέσο για να σχηματίσουν ένα σύνθετο υλικό που μπορεί να είναι πολύ ελαφρύ και πολύ ισχυρό (Daniel Isaac, Ishai Ori, 2006).

2.6 Νέες τεχνολογίες στην προπόνηση

Η χρήση των έξυπνων συσκευών στην προπόνηση για απόκτηση δεδομένων σε αληθινό χρόνο έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Αυτά τα τεχνολογικά εργαλεία παρέχουν δεδομένα για τις τεχνικές και τακτικές που σχετίζονται με την ψυχολογική και σωματική υγεία των παικτών του τένις. Η πρόσφατη ανάπτυξη των νέων έξυπνων συσκευών που διευκολύνουν την πρόσβαση και τη διαχείριση των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο βρίσκει εφαρμογή σε πολλά αθλητικά περιβάλλοντα (Fister, I.; Fister, D., 2019). Εταιρείες, ενώσεις, σύλλογοι, ομοσπονδίες, προπονητές, παίκτες και διευθυντές συλλόγων επιδιώκουν να αποκτήσουν τα τεχνολογικά εργαλεία για τη βελτίωση της ατομικής και συλλογικής απόδοσης, ως μέσο επίτευξης σημαντικών στόχων (Büthe, L.; Blanke, U.; Capkevics, H.; Tröster, G., 2016). Το κλειδί για αυτό το αυξανόμενο ενδιαφέρον έγκειται στη σύνθεση τεχνικών-τακτικών, φυσικών,

φυσιολογικών, κινηματογραφικών, βιομηχανικών και ψυχολογικών πληροφοριών σε σαφή, σύντομα και απλά αποτελέσματα για τον εντοπισμό σφαλμάτων ή ελλείψεων σε συγκεκριμένες μεταβλητές που αλληλεπιδρούν ολιστικά με την απόδοση (Hunt, D.P.L.; Tudor, D.,2016). Τα αθλήματα υψηλής απόδοσης με μεγάλο οικονομικό αντίκτυπο και με συνεχόμενη προβολή από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, όπως το τένις, έχουν επικεντρώσει την προσοχή τους στην ανάπτυξη και προώθηση δύο έξυπνων συσκευών: τα "έξυπνα γήπεδα» και τους «έξυπνους αισθητήρες" (Fernández-García, A.; Torres-Luque, G., 2018). Το σύστημα έξυπνων γηπέδων βασίζεται σε ένα μη επεμβατικό εργαλείο που αποτελείται από ένα σύστημα συντονισμένων φωτογραφικών μηχανών που συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με διάφορους παράγοντες (τεχνική-τακτική, κινηματική, διάρκεια, πόντους κ.λπ.) σε πραγματικό χρόνο, με πολλές δυνατότητες για τη χρήση του (Nicolella, D.P.; Torres-Ronda, L.; Saylor, K.J.; Schelling, X. 2018). Επιπλέον, το σύστημα έξυπνων αισθητήρων παρέχει παραμέτρους που είναι παρόμοιες με το σύστημα των έξυπνων γηπέδων. Ωστόσο, αυτές οι συσκευές μετρούν με λιγότερη ακρίβεια, αλλά έχουν χαμηλότερο κόστος αγοράς (Coutts, A.J.,2016). Η εύκολη πρόσβαση σε έξυπνους αισθητήρες προάγει τη χρήση τους σε ερασιτεχνικά, ψυχαγωγικά και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα τένις από προπονητές, εκπαιδευτικούς και αθλητές (Whiteside, D.; Cant, O.; Connolly, M.; Reid, M., 2017). Λαμβάνοντας υπόψη την ποσότητα διαφορετικών έξυπνων αισθητήρων στην αγορά, είναι απαραίτητο ο αθλητής να αποκτήσει τα κατάλληλα εργαλεία που πληρούν τα χαρακτηριστικά για να καλύψουν τις ανάγκες του. Οι έξυπνοι αισθητήρες γίνονται γρήγορα βασικά εργαλεία στην ανάλυση απόδοσης για τη μείωση του χρόνου άμεσης παρατήρησης με βέλτιστη ισχύ(Cust, E.E.; Sweeting, A.J.; Ball, K.; Robertson, S., 2019). Η συμβίωση μεταξύ των δύο οργάνων (ανάλυση απόδοσης και έξυπνες συσκευές), έχει εστιάσει την ανάπτυξή της στον αθλητισμό υψηλής απόδοσης, κυρίως (Keaney, E.M.; Reid, M.,2018) λόγω της επιθυμίας για βελτίωση απόδοσης και ελέγχου του φορτίου προπόνησης σε πολλά αθλήματα, π.χ. ποδόσφαιρο (Tierney, P.; Clarke, N.,2018), μπάσκετ (Pino-Ortega, J.; Rojas-Valverde, D.; Gómez-Carmona, C.D.; Bastida-Castillo, A.; Hernández-Belmonte, A.; García-Rubio, J.; Nakamura, F.Y,2019), ράγκμπι (Hulin, B.; Johnston, R.D.,2016) και τένις (Kos, M.;

Ženko, J.; Vljaj, D.; Kramberger, I.,2016). Παρακάτω θα γίνει περαιτέρω ανάλυση των προαναφερθέντων

2.6.1 Η τεχνολογία των έξυπνων αισθητήρων

Είναι ευρέως γνωστό ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις σε πολλά αθλήματα έχουν αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο παίζονται, παρακολουθούνται και προπονούνται οι αθλητές και η Διεθνής Ομοσπονδία Τένις εργάζεται για να διασφαλίσει ότι το τένις επωφελείται από την τεχνολογία με τρόπο που δεν απειλεί τη φύση του παιχνιδιού.

Οι παίκτες και οι προπονητές έχουν πρόσβαση σε περισσότερες πληροφορίες και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από ποτέ, χάρη στις εξελίξεις στο σύστημα Ανάλυσης των Παικτών μέσω Τεχνολογίας, ΤΑΠ, (Player Analysis Technology, PAT). Το ΤΑΠ, όπως είναι γνωστό, αναφέρεται σε οποιονδήποτε εξοπλισμό που «συλλέγει, αποθηκεύει, μεταδίδει, αναλύει ή κοινοποιεί πληροφορίες σχετικά με την απόδοση του παίκτη».

Η τεχνική ομάδα της Διεθνής Ομοσπονδίας Τένις, ITF δοκιμάζει και εγκρίνει όλα τα προϊόντα ΤΑΠ για την προστασία της ακεραιότητας του αθλήματος και για να διασφαλίσει ότι όλα τα προϊόντα PAT υπόκεινται στους ίδιους κανονισμούς.

Η εισαγωγή του κανόνα 31 στους κανόνες του τένις το 2014 σήμαινε ότι τα προϊόντα ΤΑΠ μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια του διαγωνισμού, αλλά υπάρχουν δύο βασικές προϋποθέσεις:

1. Οι συσκευές ΤΑΠ θα επιτρέπονται για χρήση κατά τη διάρκεια ενός αγώνα σύμφωνα με τους κανόνες του τένις, υπό την προϋπόθεση προηγούμενης έγκρισης από τη Διεθνή Ομοσπονδία Τένις.
2. Δεν θα υπάρχει πρόσβαση στις πληροφορίες που δημιουργούν οι συσκευές ΤΑΠ κατά τη διάρκεια ενός αγώνα από έναν παίκτη, εκτός εάν το παιχνίδι διακόπτεται και όταν επιτρέπεται η καθοδήγηση από τον προπονητή. Οι πληροφορίες που δημιουργούνται από το ΤΑΠ (και η πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες) θα αντιμετωπίζονται με τον ίδιο

τρόπο όπως οποιαδήποτε άλλη πληροφορία καθοδήγησης, έτσι ώστε να προστατεύεται η απαγόρευση των οδηγιών από τον προπονητή κατά τη διάρκεια ενός αγώνα.

Η Τεχνολογία Ανάλυσης Παικτών περιλαμβάνει αντικείμενα που φοράει ο αθλητής όπως είναι όπως είναι οι συσκευές παρακολούθησης του καρδιακού ρυθμού ή είναι φορητά όπως είναι μια έξυπνη ρακέτα. Επιπλέον μπορεί να είναι και συσκευές τοποθετημένες γύρω από το γήπεδο που ελέγχονται από απόσταση μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Η Τεχνολογία Ανάλυσης Παικτών υποδιαιρείται σε τρεις κατηγορίες:

- Ενσωματωμένος εξοπλισμός. Εξοπλισμός που μεταφέρεται ή φοριέται από παίκτες στο γήπεδο και μη ειδικός εξοπλισμός τένις (π.χ. συσκευές παρακολούθησης καρδιακού ρυθμού, Παρακολούθηση δραστηριότητας).
- Απομακρυσμένος εξοπλισμός. Οποιαδήποτε συσκευή δεν μεταφέρεται ή δεν φοριέται από τον αθλητή (π.χ. συστήματα παρακολούθησης του παίκτη με κάμερα).
- Βοηθητικός εξοπλισμός. Εξοπλισμός που δεν καταγράφει πληροφορίες απόδοσης του αθλητή, αλλά ενδέχεται να εκτελεί οποιαδήποτε από τις άλλες λειτουργίες του ΤΑΠ, όπως ταμπλέτες, κινητά τηλέφωνα και το κατάλληλο λογισμικό πρόγραμμα. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Τα προϊόντα ΤΑΠ συνήθως χρησιμοποιούν αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρα, γυροσκοπία, κάμερες και ηλεκτρόδια, που μετρούν τη δύναμη, την κίνηση και τις φυσιολογικές πληροφορίες του αθλητή. Αυτά επιτρέπουν τη συλλογή ενός ευρέος φάσματος πληροφοριών σχετικά με τον παίκτη το χτύπημα που εκτελεί και για την μπάλα. Η τεχνολογία αλλάζει τους συμβατικούς τρόπους παιχνιδιού τόσο του ερασιτεχνικού όσο και του επαγγελματικού αθλητισμού. Αισθητήρες που μετρούν την αδράνεια μπορούν να τοποθετηθούν στο σώμα ή σε αθλητικό εξοπλισμό για την καταγραφή πληροφοριών όπως, ταχύτητες, επιταχύνσεις και γωνίες, μπορούν να παρακολουθούνται και να προγραμματίζονται. Απαιτούνται πολλές δεξιότητες στο παιχνίδι του τένις και για να είναι σε θέση να παρακολουθούνται αυτές οι δεξιότητες για βελτίωση, πρέπει να καταγράφονται πολλές μετρήσεις. Η πρώτη εμπορική κυκλοφορία

αισθητήρων τένις ήταν το 2013 με το Babolat Play. Είναι προγραμματισμένο να εμφανίζει συγκεκριμένες πληροφορίες που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την τεχνική του αθλητή: Αριθμός βολών, τύπος πυροβολισμού, ταχύτητα, περιστροφές κ.λπ. Έκτοτε, η άνοδος πιο ανταγωνιστικών εμπορικών προϊόντων όπως η Sony Smart Tennis Sensor, ο Zepp αισθητήρας και ο πιο πρόσφατος Head Tennis Sensor έχουν δείξει ότι η αγορά αυξάνεται σε δημοτικότητα. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Υπάρχουν πέντε διαφορετικά είδη έξυπνων αισθητήρων ανάλογα με το σημείο στο οποίο τοποθετούνται: α) στο πίσω μέρος της ρακέτας. Όταν εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην αγορά, ορισμένες εταιρίες τους σχεδίασαν να τοποθετούνται στο κάτω μέρος της ρακέτας. Οι δύο πιο δημοφιλείς αισθητήρες αυτής της κατηγορίας ήταν από τη Sony και την Zepp Labs. Ο έξυπνος αισθητήρας τένις της Sony κατασκευάστηκε για να εφαρμόζει σε ρακέτες στις οποίες αφαιρείται η τάπα που βρίσκεται στο πίσω μέρος της λαβής. Ένα εξάρτημα τοποθέτησης τοποθετείται στο εσωτερικό μόλις αφαιρεθεί η τάπα και ο αισθητήρας εφαρμόζει και ασφαλίεται πάνω σε αυτή τη βάση με μια απλή περιστροφή. Οι ρακέτες που είναι συμβατές με αυτόν τον αισθητήρα είναι της Head, Yonex, Prince και Wilson. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Η εταιρία Zepp Labs σχεδίασε τους αισθητήρες της ώστε να ταιριάζουν σε οποιαδήποτε ρακέτα χρησιμοποιώντας είτε σκληρή βάση ημι-μόνιμα κολλημένη στην τάπα της ρακέτας ή ελαστικό στήριγμα Flex που τυλίγεται γύρω από την τάπα της ρακέτας. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Υπήρξαν μικτές αντιδράσεις για την προσάρτηση ενός αισθητήρα στο κάτω μέρος της λαβής της ρακέτας. Μερικοί άνθρωποι λένε ότι δεν το παρατηρούν. Μερικοί λένε ότι δεν τους άρεσε στην αρχή επειδή τείνουν να κρατούν τη ρακέτα τους από πολύ χαμηλά και χρειάστηκαν λίγο χρόνο για να εγκλιματιστούν σε αυτό. Επίσης υπάρχουν και αυτοί που ένιωσαν ότι πιέζουν τον αισθητήρα και πίστευαν ότι μπορεί να πέσει. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στην περίπτωση του αισθητήρα της Sony. β) μέσα στη λαβή. Για να αντιμετωπιστεί η πιθανή ενόχληση από την τοποθέτηση ενός αισθητήρα στη λαβή, δύο εταιρείες ρακέτας τένις προχώρησαν στη σχεδίαση

και την κατασκευή ρακετών με ενσωματωμένους αισθητήρες μέσα στη λαβή. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Η Babolat Play είναι πιθανώς η πρώτη ρακέτα τένις με ενσωματωμένο αισθητήρα που κυκλοφόρησε στην αγορά το 2013/14 και διατίθεται σε 3 μοντέλα - την Pure Drive, την Pure Drive lite και την Pure Aero. Οι διαφορές μεταξύ τους είναι μόνο στα τεχνικά χαρακτηριστικά των ρακετών και όχι στους ίδιους τους αισθητήρες. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Η Head Tennis Sensor κυκλοφόρησε στην αγορά το δικό της αισθητήρα λίγο αργότερα το 2018. Αυτός ο αισθητήρας δεν είναι ακριβώς ενσωματωμένος στις ρακέτες Head. Όμως η Head σχεδίασε μια σειρά ρακετών με μια εγκοπή στο εσωτερικό της τάπας που βρίσκεται στο πίσω μέρος της ρακέτας, έτσι ώστε ο αισθητήρας να μπορεί να καθίσει στο ίδιο επίπεδο, και γίνεται σχεδόν ένα με τη ρακέτα. Στο εμπόριο υπάρχουν πάνω από 50 ρακέτες που μπορούν να φιλοξενήσουν αυτόν τον αισθητήρα. Ένα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι αυτός ο αισθητήρας είναι βασισμένος στην τεχνολογία της Zepp Labs και το οποίο αναγράφεται πάνω στον αισθητήρα (Powered by Zepp). (sportstechnologyblog.com, 2020)

Γενικά, εκτός από το κόστος αγοράς των ρακετών και τις περιορισμένες επιλογές σε ρακέτες που είναι συμβατές με αυτού του είδους τους αισθητήρες, οι τενίστες που τα δοκίμασαν φαινόταν αρκετά ευχαριστημένοι με τα αποτελέσματα. γ) αισθητήρες τοποθετημένοι μέσα στο αντικραδασμικό. Μια άλλη θέση στη ρακέτα όπου οι εταιρίες τοποθέτησαν τους αισθητήρες είναι το σημείο πάνω στο πλέγμα που ο αθλητής τοποθετεί το αντικραδασμικό. Το κύριο πλεονέκτημα τέτοιων αισθητήρων είναι ότι είναι σχετικά απαρατήρητα και για αθλητές που χρησιμοποιούν ήδη αντικραδασμικό ενώ παίζουν ή προπονούνται. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Το Qlipr είναι ένας τέτοιος αισθητήρας τένις που λειτουργεί επίσης ως αντικραδασμικό. Πρώτα ξεκίνησαν μέσω της χρηματοδότησης από το πλήθος» (“crowdfunding”, ή διαδικτυακή μικροχρηματοδότηση) και χρηματοδοτήθηκαν με επιτυχία το 2015. Ο αισθητήρας μπορεί να

τοποθετηθεί στις χορδές και να ασφαλιστεί με τον κατοχυρωμένο με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας σχεδιασμό «περιστροφής και κλειδώματος». (sportstechnologyblog.com, 2020)

Το Courtmatics είναι ένα άλλο παρόμοιο προϊόν. Η πιο προφανής διαφορά με το Qlipp εκτός από το ότι είναι στρογγυλό είναι ότι δεν διαθέτει ειδικό μηχανισμό στερέωσης και προσαρμόζεται με τον ίδιο τρόπο όπως ένα κανονικό αντικραδασμικό. Επίσης, κάτι που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι αυτοί οι αισθητήρες έχουν σχεδιαστεί για να αντέχουν σε άμεσες κρούσεις μπάλες του τένις ακόμη και σε υψηλές ταχύτητες. (sportstechnologyblog.com, 2020)

2.6.2 Αισθητήρες που φοράει ο αθλητής

Για αθλητές που θέλουν να αλλάζουν συχνά ρακέτες ή / και δεν θέλουν να μετακινούν αισθητήρες από ρακέτα σε ρακέτα, ή απλά δεν θέλουν να έχουν αντικραδασμικά στις ρακέτες τους, τότε θα μπορούσαν να εξετάσουν το ενδεχόμενο να έχουν τον αισθητήρα πάνω τους. Υποθέτοντας ότι ο φορητός αισθητήρας φοριέται σταθερά με τον ίδιο τρόπο και στο ίδιο σημείο, θα πρέπει να έχει συνεπή και συγκρίσιμα δεδομένα. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Η Babolat μετά τη δημιουργία της έξυπνης ρακέτας κατασκεύασε το Babolat Play. Προφανώς η εταιρεία ήθελε να δώσει στους αθλητές περισσότερες επιλογές σχετικά με το ποιο είδος αισθητήρα τους ταιριάζει καλύτερα. Ουσιαστικά είναι ένας αισθητήρας τοποθετημένος μέσα σε ένα περικάρπιο στο οποίο ο αισθητήρας είναι μια αφαιρούμενη συσκευή. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Ένας άλλος αισθητήρας που ανήκει σε αυτή την κατηγορία είναι το Pivot Tennis Turing Sense. Χρηματοδοτήθηκαν μέσω “χρηματοδότησης από το πλήθος» (“crowdfunding”, ή διαδικτυακή μικροχρηματοδότηση) το 2015/16. Καθ 'όλη τη διάρκεια της καμπάνιας τους, φαινόταν να έχουν περάσει από μερικές επαναλήψεις σχεδιασμού. Στην ουσία, είναι ένα σύνολο 5 (ή περισσότερων) αισθητήρων κίνησης (IMU) που μπορούν να φορεθούν από έναν αθλητή κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή του παιχνιδιού. Οι αισθητήρες είναι δεμένοι στα άκρα του αθλητή κοντά στις αρθρώσεις (π.χ. καρπό, αγκώνα, γόνατο, αστράγαλο) και συλλαμβάνει όλες

τις κινήσεις του αθλητή προσφέροντας ανάλυση και πληροφορίες για τα χτυπήματα που εκτελεί ο παίκτης σε αληθινό χρόνο. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Αυτό που προσφέρουν οι αισθητήρες είναι πολύτιμες πληροφορίες που μπορούν να βοηθήσουν στην παρακολούθηση της απόδοσης ενός αθλητή. Παρέχεται μια σειρά μετρήσεων μέσω των αισθητήρων και των απαραίτητων εφαρμογών με κάποιες από αυτές να είναι πολύτιμες για τους παίκτες για να βελτιώσουν το παιχνίδι τους. Οι χρήσιμες μετρήσεις περιλαμβάνουν ισχύ, περιστροφή και σημείο κρούσης της μπάλας, αριθμό χτυπημάτων, είδος χτυπήματος (forehand, backhand, serve, smash), τύπους περιστροφής (topspin, slice, flat), ταχύτητα swing, ταχύτητα μπάλας και ζωντανή παρακολούθηση. Πολλοί αισθητήρες στην αγορά προσφέρουν πρόσθετα χαρακτηριστικά, π.χ. συγχρονισμό παρακολούθησης ζωντανών βίντεο (Qlipp) και παρακολούθηση ταλάντευσης ρακέτας (Head). (sportstechnologyblog.com, 2020)

2.6.3 Έξυπνα γήπεδα (smart courts)

Ένα γήπεδο τένις θεωρείται γήπεδο έξυπνο όταν η τεχνολογία παρακολούθησης του παίκτη εγκαθίσταται μόνιμα ή ημι-μόνιμα στο γήπεδο και τοποθετείται / ασφαρίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρεμβαίνει στις κινήσεις των αθλητών ή να τους παρεμποδίζει όταν παίζουν έναν αγώνα. Το σκεπτικό με το οποίο δημιουργηθήκαν τα έξυπνα γήπεδα είναι η χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας για την παρακολούθηση και μετάδοση ενός αγώνα καθώς και για την ανάλυση της απόδοσης των παικτών. Είναι ένας ενδιαφέρων χώρος με πολλές δυνατότητες ανάπτυξης καθώς οι προγραμματιστές και οι προπονητές συνεχίζουν να επεξεργάζονται πιο παραγωγικούς τρόπους χρήσης της τεχνολογίας. (sportstechnologyblog.com, 2020)

Ο πιο συνηθισμένος τεχνολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι ο συνδυασμός της κάμερας και του υπολογιστή. Εκτός αυτού, υπάρχουν επίσης ραντάρ, αισθητήρες ήχου, λέιζερ και αισθητήρες πίεσης (ή έξυπνο δάπεδο). Υπάρχουν δύο βασικοί τομείς εφαρμογής:

- Η λειτουργία κατά τη διάρκεια τουρνουά - διαιτησία γραμμών, στατιστικά στοιχεία αγώνων, επαναλήψεις βίντεο, αναλυτικά δεδομένα για ενημέρωση των θεατών και για μετάδοση σε πραγματικό χρόνο.
- Εγκαταστάσεις προθέρμανσης / προπόνησης - παρακολούθηση αθλητών και ανάλυση βίντεο.

Μεταξύ αυτών των δύο, το μέγεθος της τεχνολογίας και το κόστος της είναι πολύ υψηλότερο στην πρώτη εφαρμογή. Επίσης οι τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν για τις εγκαταστάσεις προπόνησης καθώς και για την ίδια την προπόνηση τείνουν να είναι πιο πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις (τα τελευταία 4-5 χρόνια) σε σύγκριση με την πρώτη κατηγορία. Μερικές από τις τεχνολογικές εταιρείες έχουν διαφορετικές προσφορές στις λύσεις τους που καλύπτουν τόσο τη διαιτησία ενός αγώνα όσο και την προπόνηση. Υπάρχει επίσης μια τρίτη κατηγορία σε αυτό το μείγμα και είναι οι φορητές συσκευές παρακολούθησης που συμβάλλουν στη λειτουργικότητα ενός τουρνουά βοηθώντας στην ομαλή διεξαγωγή ενός αγώνα και καταγράφουν στατιστικά αγώνων είτε εφαρμογές για προπόνηση. Παρακάτω θα αναλύσουμε τα διαφορετικά προϊόντα τεχνολογίας που ανήκουν σε αυτούς τους τρεις τομείς. (sportstechnologyblog.com, 2020)

2.6.4 Τεχνολογίες για εγκαταστάσεις προπόνησης

Σε αυτήν την κατηγορία εφαρμογών, ανήκουν προϊόντα που στοχεύουν σε τένις κλαμπ / ακαδημίες / εγκαταστάσεις προπόνησης όπου οι προπονητές ενδέχεται να χρησιμοποιούν την τεχνολογία παρακολούθησης για να τους βοηθήσει στην προπόνηση και την παρακολούθηση της προόδου των παικτών τους. Μερικοί σύλλογοι θα μπορούσαν ακόμη και να χρησιμοποιήσουν αυτά τα προϊόντα για να διοργανώσουν τοπικούς ή εθνικούς διαγωνισμούς. Η τεχνολογία εγκαθίσταται κυρίως μόνιμα στις εγκαταστάσεις. Υπάρχουν αρκετές εταιρείες που έχουν αναπτύξει λύσεις σε αυτήν την κατηγορία όπως είναι: η AccuTennis, η , η Playsight, η Wingfield, η Zenniz και η FoxTenn, την οποία αναφέραμε προηγουμένως, έχουν αναπτύξει λύσεις για προπόνηση και εκπαίδευση σε ακαδημίες τένις. (sportstechnologyblog.com). Γενικά

έχουν όλες οι παραπάνω τεχνολογίες έχουν τα εξής κοινά χαρακτηριστικά: α) Βασίζονται κυρίως και στην επεξεργασία των δεδομένων από τον υπολογιστή για να παρακολουθούν τους παίκτες και τη μπάλα. β) Έχουν μια οθόνης αφής ή ένα χώρο στον οποίο οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν και να ξεκινήσουν το παιχνίδι ή την προπόνηση τους. γ) Τα συστήματα καταγράφουν σε βίντεο κάθε παιχνίδι ή προπόνηση, επιτρέποντας στους χρήστες να παρακολουθούν μια επανάληψη, μερικές φορές και από διαφορετικές γωνίες. δ) Τα συστήματα είναι συνήθως συνδεδεμένα στο διαδίκτυο, έτσι ώστε όλα τα βίντεο και τα δεδομένα να μεταφορτώνονται στο υπολογιστικό σύννεφο. ε) Έρχονται με μια εφαρμογή χρήστη, ώστε οι χρήστες να δουν ξανά τον αγώνα τους ή την προπόνηση τους και τα στατιστικά τους, να τα μοιραστούν με τον προπονητή τους ή να τα ανεβάσουν στα κοινωνικά μέσα (sportstechnologyblog.com).

Παρακάτω θα γίνει αναφορά σε ορισμένες εταιρίες που προσφέρουν αυτή την τεχνολογία

α) AccuTennis

Αυτό το προπονητικό τεχνολογικό βοήθημα διαθέτει είκοσι δύο κάμερες γύρω από κάθε γήπεδο για να παρακολουθεί όλες τις δραστηριότητες του τένις, ηχεία για να παρέχει ηχητική ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ή της προπόνησης και μια οθόνη LED διπλής όψης τοποθετημένη στο πλάι που δείχνει το σκορ ή παρέχει οπτική ανατροφοδότηση της προπόνησης ή του αγώνα. Ένα τάμπλετ συνοδεύει κάθε γήπεδο AccuTennis για να επιτρέψει σε προπονητές και άλλους χρήστες αυτής της τεχνολογίας να συνδεθούν και να ξεκινήσουν την αθλητική τους δραστηριότητα. Το σύστημα περιλαμβάνει εργαλεία προπόνησης όπου οι προπονητές μπορούν να συνδεθούν για να δημιουργήσουν ασκήσεις και προσαρμοσμένα προγράμματα προπόνησης για τους παίκτες τους. Οι προπονητές μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν την πρόοδο των παικτών τους - εάν έχουν επιτύχει τους στόχους που έχουν τεθεί για αυτές τις προπονήσεις και να προσδιορίζουν πού πρέπει να εστιάσουν περισσότερο. Εκτός από τις προπονήσεις, αυτό το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί και στους αγώνες, για διαιτησία των γραμμών, παρακολούθηση σκορ, επεξεργασία στατιστικών στοιχείων καθώς και καταγραφή βίντεο. Μετά το παιχνίδι, το σύστημα δημιουργεί περισσότερα δεδομένα και χάρτες θερμότητας για ανάλυση και τα βίντεο κατηγοριοποιούνται βάσει χτυπημάτων και παιχνιδιού,

ώστε οι παίκτες να μπορούν να ελέγχουν συγκεκριμένα τμήματα του παιχνιδιού τους, να σχολιάζουν και να το αναπαράγουν με διαφορετικές ταχύτητες. Προς το παρόν, φαίνεται ότι το σύστημά τους προορίζεται κυρίως για εσωτερικά γήπεδα και διατίθενται μόνο στις ΗΠΑ. (accutennis.com)

β) Mojjo

Η έδρα της εταιρίας βρίσκεται στη Γαλλία. Το σύστημα τους με κάμερα υπάρχει σε δυο εκδόσεις: την Premium έκδοση που περιλαμβάνει δύο κάμερες HD (μία στο κέντρο του γηπέδου και μία στο πίσω μέρος) και μία οθόνη αφής για να αλληλεπιδρούν οι χρήστες με το σύστημα. Υπάρχει επίσης η έκδοση «lite» με μία μόνο κάμερα HD στο πίσω μέρος του γηπέδου. Και οι δύο εκδόσεις έχουν εξωτερικές επιλογές, η οποία είναι ουσιαστικά μια δομή οροφής που προστατεύει την οθόνη αφής από τα στοιχεία. Εκτός από τις περισσότερες από τις δυνατότητες προπόνησης και παρακολούθησης παιχνιδιών που αναφέρθηκαν νωρίτερα και είναι περίπου παρόμοιες, υπάρχουν μερικά μοναδικά χαρακτηριστικά του Mojjo. Ένα από αυτά είναι η ικανότητα του χρήστη να χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο ως μια πρόσθετη (τρίτη) κάμερα για να καταγράφει βίντεο ενώ συγχρονίζεται με το κύριο σύστημα. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Mojjo Remote, το κινητό τηλέφωνο μπορεί να τοποθετηθεί οπουδήποτε στο γήπεδο παρέχοντας μια προσαρμοσμένη προοπτική πάνω από την κεντρική ή την πίσω όψη. Ένα άλλο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό είναι η ζωντανή ροή παιχνιδιών στο YouTube ή στο Facebook Live. Από τον ιστότοπο τους, φαίνεται ότι είναι προς το παρόν διαθέσιμα κυρίως στην Ευρώπη, ορισμένα μέρη των ΗΠΑ και μερικές τοποθεσίες στη Μελβούρνη της Αυστραλίας. (mojjo.io)

γ) Σύστημα Diamond Academies

Αυτό το σύστημα διαθέτει την προπόνηση σε πραγματικό χρόνο ως το βασικό χαρακτηριστικό του. Αυτό το επιτυγχάνει στο γήπεδο με τη χρήση μιας εντυπωσιακής γιγαντιαίας οθόνης. Η οθόνη είναι ορατή κατά τη διάρκεια των ασκήσεων και παρέχει οδηγίες, πολύ διδακτικές και με επιρροή εικόνες, βασικά στατιστικά στοιχεία και άμεση

ανατροφοδότηση. Αυτές οι πληροφορίες ενισχύονται από ένα σύστημα ήχου που κάνει την εμπειρία ακόμα πιο συναρπαστική. (foxtenn.com)

Ο προπονητής έχει επίσης πρόσβαση σε ισχυρά αλλά απλά εργαλεία επεξεργασίας βίντεο για διόρθωση και καθοδήγηση των παικτών στο γήπεδο. Όλες οι πληροφορίες είναι επίσης διαθέσιμες από την εφαρμογή ή τον υπολογιστή, προκειμένου να εμβαθύνουν ακόμη περισσότερο στην τεχνική ανάλυση.. Αυτό το χαρακτηριστικό δεν μπορεί να το προσφέρει κάποιο άλλο από τα υπάρχοντα συστήματα της αγοράς. Η FOXTENN προσφέρει ένα πλαίσιο διαφορετικών ασκήσεων για βελτίωση του παίκτη σε όλα τα επίπεδα, με ανταγωνιστικές και συνεργατικές παραλλαγές. Επιπλέον, έχουν σχεδιαστεί απαιτητικές ασκήσεις για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης, με βάση την ανατροφοδότηση από το σύστημα σε πραγματικό χρόνο. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα οποιασδήποτε ακαδημία αντισφαίρισης έγκειται στο γεγονός ότι έχει τη δική της φιλοσοφία και μέθοδο προπόνησης - γι 'αυτό το σύστημα του FOXTENN είναι αρκετά ευέλικτο ώστε να προσαρμόζεται στις μεθόδους οποιασδήποτε ακαδημίας. Το Diamond Academies επιτρέπει τη διαμόρφωση, ενσωμάτωση και προσαρμογή νέων ασκήσεων με απλό και πρακτικό τρόπο. Δηλαδή, επιτρέπει την προσαρμογή των ασκήσεων ώστε να ταιριάζει σε οποιοδήποτε πρόγραμμα ακαδημίας. Συνοπτικά αυτή η τεχνολογία προσφέρει εξαιρετικά ακριβής διάγνωση, άμεση ανατροφοδότηση και μεγάλη αισθητηριακή επίδραση, μαζί με ασκήσεις που εγγυώνται συνειδητή και έξυπνη προπόνηση, κάνουν το Diamond την πιο ισχυρή και αποτελεσματική μέθοδο για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης και την επιτάχυνση της μάθησης για νεαρά ταλέντα. (foxtenn.com)

Επιπλέον διαθέτει ένα εργαλείο για τη δημιουργία των πιο εντυπωσιακών αναφορών με τον απλούστερο τρόπο, συνδυάζοντας βίντεο HD και βίντεο αργής κίνησης με δεδομένα, γραφήματα και τια λόγια του προπονητή - όλες αυτόματα. Ο παίκτης λαμβάνει μια διεξοδική αναφορά μοτίβων παιχνιδιού, πτυχών που πρέπει να βελτιωθούν στο άμεσο μέλλον, και ισχυρά σημεία για να συνεχίσει να αναπτύσσεται προκειμένου να μεγιστοποιήσει πραγματικά τις δυνατότητές του ως παίκτης: λαμβάνει δηλαδή μια πλήρης αναφορά της απόδοσης του εφάμιλλη με αυτές που λαμβάνουν οι καλύτεροι επαγγελματίες παίκτες. (foxtenn.com)

Το τελευταίο FOXTENN Diamond Top Player προσθέτει ένα προηγμένο σύστημα προπόνησης πάνω από όλα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως και δημιουργεί 100% αυτοματοποιημένες και πλήρεις αναφορές ανάλυσης αγώνων, ενώ παρέχει πρόσβαση σε μια ευρεία επαγγελματική βάση δεδομένων (ATP, WTA, CHALLENGERS κ.λπ.). (foxtenn.com)

δ) Το PlaySight Interactive

Η εταιρεία αποκαλεί την τεχνολογία της Smart Sports AI (τεχνητή νοημοσύνη). Είναι ένα σύστημα που βασίζεται σε κάμερες, όραση υπολογιστή και τεχνητή νοημοσύνη. Παρόμοια με το FlightScope, η τεχνολογία του PlaySight προέρχεται από στρατιωτικές εφαρμογές. Αν και χρησιμοποιείται πλέον σε πολλά διαφορετικά αθλήματα, το PlaySight δημιουργήθηκε για πρώτη φορά για τενίστες - για να τους βοηθήσει να βελτιώσουν το παιχνίδι τους χρησιμοποιώντας προηγμένη τεχνολογία. Επί του παρόντος, το Smart Court Pro (Υψηλή απόδοση) μπορεί να έχει έως και 10 κάμερες, όλες συγχρονισμένες για μια εμπειρία προβολής πολλαπλών γωνιών είτε σε πραγματικό χρόνο είτε μετά το παιχνίδι. Κάθε Smart Court είναι εξοπλισμένο με ένα δωμάτιο που επιτρέπει στους χρήστες να εισέρχονται, να δημιουργούν τις ασκήσεις τους και να αρχίζουν να παρακολουθούν την προπόνηση ή τον αγώνα τους. Υπάρχουν επιλογές για διάφορα ηχητικά σχόλια και οι χρήστες / προπονητές μπορούν να σταματήσουν / παγώσουν ανά πάσα στιγμή για να ελέγξουν το βίντεο ή τα στατιστικά στοιχεία. Μετά το παιχνίδι ή την εκπαίδευση, οι χρήστες εξακολουθούν να έχουν πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα τους στην εφαρμογή για κινητά. Έχει ειπωθεί ότι τα σε βάθος δεδομένα και τα αναλυτικά στοιχεία τους είναι ένα από τα κύρια πλεονεκτήματά τους. Αλλά ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά της εφαρμογής τους περιλαμβάνουν: 1) τη δυνατότητα των χρηστών να δημιουργούν τα δικά τους βίντεο με τις καλύτερες στιγμές και να το μοιράζονται με προπονητές, φίλους ή κοινωνικά μέσα. 2) οι χρήστες μπορούν να ανεβάσουν τα δικά τους βίντεο εάν δεν είχε εγγραφεί σε ένα Playsight Smart Court και να το αναλύσουν και 3) την πρόσβαση σε ζωντανή ροή του βίντεο και σε αγώνες κατά παραγγελία. Αυτή η τεχνολογία συναντάται σε πολλές τοποθεσίες στις ΗΠΑ, την Ευρώπη και σε ορισμένα μέρη της Ασίας-Ειρηνικού. (playsight.com)

ε) Wingfield

Το Wingfield είναι μια νεοσύστατη εταιρεία που εδρεύει στη Γερμανία και ανέπτυξε μια λύση που βασίζεται επίσης σε κάμερα, αν και είναι ελαφρώς διαφορετική από τις παραπάνω τεχνολογίες. Πρόκειται για ένα συμπαγές σύστημα που έχει σχεδιαστεί για να συνδυάζεται στο γήπεδο τένις. Το Wingfield Box αντικαθιστά ένα από τους δύο στύλους του φιλέ και στεγάζει μια οθόνη αφής και δύο κάμερες υψηλής ταχύτητας που δείχνουν προς κάθε πλευρά του γηπέδου. Επιπλέον, υπάρχει μια κάμερα IP που μπορεί να τοποθετηθεί οπουδήποτε γύρω από το γήπεδο για να τραβήξει μια πλήρη εικόνα κάθε προπόνησης. Έχει τις περισσότερες από τις δυνατότητες καθοδήγησης, εκπαίδευσης και παρακολούθησης που έχουν αναφερθεί προηγουμένως, όπως ανάλυση βίντεο, παρακολούθηση των χτυπημάτων και ανάλυση δεδομένων. Μερικά μοναδικά χαρακτηριστικά του συστήματός τους που ξεχωρίζουν περιλαμβάνουν 1) έναν απλοποιημένο τρόπο για τους παίκτες να συνδεθούν χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Wingfield και εξατομικευμένο κωδικό QR, 2) Βαθμολογία των χτυπημάτων που παρέχει μία μόνο μέτρηση στους χρήστες για να κατανοήσουν την ποιότητα των διαφόρων τύπων των χτυπημάτων τους και να μπορούν να συγκρίνουν την πρόοδό τους με την πάροδο του χρόνου. Δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες για το πώς ακριβώς προέρχονται αυτές οι βαθμολογίες, αλλά απλοποιεί και σε κάποιο βαθμό παιχνιδιοποιεί την προπόνηση. (wingfield.io)

στ) Zenniz

Η Zenniz είναι μια άλλη μία εταιρεία που έχει αναπτύξει μία παρόμοια τεχνολογία που εφαρμόζεται στο στύλο του φιλέ και που προορίζεται να εγκατασταθεί μόνιμα σε ένα γήπεδο τένις. Αυτή η εταιρεία εδρεύει στη Φινλανδία και φαίνεται ότι βρίσκονται ακόμη στη διαδικασία οριστικοποίησης του προϊόντος τους που θα κυκλοφορήσει. Αυτό το σύστημα αποτελείται από ένα «κουτί» που είναι εγκατεστημένο στη θέση ενός από τους στύλους. Στην κορυφή διαθέτει οθόνη αφής με δύο βιντεοκάμερες που καταγράφει δραστηριότητες σε κάθε πλευρά του γηπέδου. Υπάρχει επίσης μια βασική βιντεοκάμερα που παρέχει την πλήρη προβολή του γηπέδου. Οι λίγες βασικές διαφορές στο σύστημά του (σε σύγκριση με το Wingfield) είναι καταρχάς, ότι διαθέτει δύο οθόνες LED - η κάθε μία βλέπει σε κάθε πλευρά του γηπέδου και

δίνει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο για το σκορ και τα στατιστικά στοιχεία. Δεύτερον, το σύστημα αποτελείται επίσης από 30 αισθητήρες σόναρ τοποθετημένους γύρω από το γήπεδο, και όλες οι κάμερες και οι αισθητήρες είναι σε θέση να παρέχουν ακρίβεια παρακολούθησης της μπάλας έως 1 cm. Όπως αναφέρθηκε, η Zenniz δεν έχει κυκλοφορήσει ακόμη αυτό το σύστημα, και τα ενδιαφερόμενα κλαμπ ή αθλητικές εγκαταστάσεις που ενδιαφέρονται για το σύστημά τους θα μπορούν να επικοινωνήσουν με την εταιρεία μέσω της ιστοσελίδας τους. (zenniz.com)

Σε αυτήν την τρίτη και τελευταία κατηγορία, ανήκουν οι φορητές λύσεις παρακολούθησης - προϊόντα τεχνολογίας που δεν εγκαθίστανται μόνιμα σε γήπεδο. Μπορούν να υπάρχουν σε συλλόγους ή να τις έχουν αγοράσει οι παίκτες ατομικά. Υπάρχουν μερικές λύσεις που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία και μπορούν να επιτύχουν τις περισσότερες από τις δυνατότητες παρακολούθησης που προσφέρουν οι σταθερές εγκαταστάσεις, αλλά υπάρχουν μερικές βασικές διαφορές:

- Είναι φορητές, επομένως απαιτούν εγκατάσταση στο γήπεδο τένις πριν από ένα παιχνίδι ή προπόνηση
- Δεν υπάρχουν δωμάτια ή μεγάλες συσκευές οθόνης αφής
- Μπορεί να απαιτούν βαθμονόμηση μετά τη ρύθμισή τους και πριν ξεκινήσει η παρακολούθηση (sportstechnologyblog.com)

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες εταιρίες που προσφέρουν αυτή την τεχνολογία, οι εξής:

α) Baseline Vision

Είναι μια νεοφυής επιχείρηση που εδρεύει στο Ισραήλ και έχει αναπτύξει ένα φορητό σύστημα κάμερας που μπορεί να τοποθετηθεί σε στύλο του φιλέ. Είναι μια απλοποιημένη μορφή της σταθερής τεχνολογίας με τις κάμερες που ενσωματώνονται στο φιλέ. Δεν διαθέτει κανέναν από τους επιπλέον αισθητήρες ή κάμερα γύρω από το γήπεδο. Έχει απλά δύο βιντεοκάμερες ενσωματωμένες σε έναν από τους δυο στύλους του φιλέ με κάθε κάμερα να

είναι στραμμένη σε κάθε πλευρά του γηπέδου. Το σύστημα χρειάζεται μόνο ένα λεπτό για να εγκατασταθεί στο γήπεδο και είναι εντελώς ασύρματο - που σημαίνει ότι έχει το δικό του internet και επαναφορτιζόμενη ισχύ. Τα κύρια χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν έλεγχο της μπάλας στις γραμμές, λήψη ηχητικών σχολίων σε πραγματικό χρόνο, προπονητικά εργαλεία και εργαλεία ανάλυσης βίντεο κ.λπ. (baselinevision.com)

β) In/Out Tennis

Η τεχνολογία αυτής της εταιρείας είναι ουσιαστικά παρόμοια με τη Baseline Vision. Στην πραγματικότητα, φαίνεται πιο συμπαγές - σαν μινιατούρα κάμερας που εφαρμόζει στο στύλο του φιλέ. Υπάρχει η συσκευή Net με τις δυο βιντεοκάμερες που είναι η φορητή μονάδα που είναι ασφαλισμένη πάνω από ένα στύλο. Όταν είναι τοποθετημένο στο στύλο και ξεκινά, η συσκευή Net διαθέτει μια μικρή οθόνη αφής πάνω της για να μπορούν οι χρήστες να περιηγούνται στις διάφορες λειτουργίες της. Όπως οι περισσότερες από τις συσκευές / συστήματα που αναφέρθηκαν νωρίτερα στη δεύτερη κατηγορία, το In / Out Net Device παρέχει τις περισσότερες δυνατότητες εγγραφής βίντεο και όρασης υπολογιστή για τις μπάλες που αναπηδούν κοντά στη γραμμή, στατιστικά στοιχεία και ανάλυση απόδοσης. Ένα μοναδικό χαρακτηριστικό του συστήματος In / Out είναι η δυνατότητα αύξησης των δυνατοτήτων παρακολούθησης με την προσθήκη μιας άλλης συσκευής Net στην άλλο στύλο. Όχι μόνο αυξάνει την ακρίβεια παρακολούθησης, αλλά επιτρέπει και την παρακολούθηση ενός παιχνιδιού διπλού. Στην δεύτερη έκδοση, έχουν επίσης προσθέσει ένα επιπλέον κομμάτι υλικού που στοχεύει στη βελτίωση της ακρίβειας για τις μπάλες που είναι κοντά στις γραμμές - και την έχουν ονομάσει Line συσκευή. Είναι μια άλλη συσκευή που βασίζεται στη κάμερα και προορίζεται να τοποθετηθεί στο έδαφος, καταγράφοντας που αναπηδούν οι μπάλες σε σχέση με τη γραμμή που παρακολουθεί. Έτσι, το θετικό είναι ότι ένας χρήστης θα μπορούσε να ξεκινήσει από το βασικό πακέτο να έχει δηλαδή μια συσκευή Net ή να προχωρήσει στην αγορά δύο συσκευών Net και 8 Line συσκευών για πιο ακριβή παρακολούθηση. Για την προστασία της συσκευής Net από πιθανή ζημία που μπορεί να προκληθεί από τυχόν χτύπημα της από μία γρήγορη μπάλα τένις, έχουν σχεδιάσει ένα προστατευτικό κάλυμμα που ονομάζεται «Κλουβί».

Προς το παρόν, το In / Out αποστέλλεται σε περισσότερες από 60 χώρες και υπάρχουν περισσότερες πληροφορίες στον ιστότοπό τους. (inout.tennis.com)

γ) Eyes

Είναι μια άλλη μία φορητή λύση που βασίζεται σε κάμερες. Η κύρια εφαρμογή τους είναι στη διαιτησία αγώνων και η παροχή στατιστικών στοιχείων του αγώνα. Η διαφορά στο σύστημα τους είναι ότι χρησιμοποιούν βασικά το iPhone ως κάμερα. Οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν τη μία πλευρά του παιχνιδιού χρησιμοποιώντας ένα iPhone και να έχουν την πίσω κάμερα να καλύπτει τη μία πλευρά του γηπέδου ή να χρησιμοποιούν δύο iPhone για να παρακολουθούν και τις δύο πλευρές του γηπέδου. Το λογισμικό τους επιτρέπει τη ρύθμιση έως και 10 φωτογραφικών μηχανών (iPhone) σε ένα γήπεδο για τη λήψη βίντεο από διαφορετικές γωνίες. Μια επιπλέον συσκευή iOS μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να ελέγχει ή διαχειρίζεται τις κάμερες. Η βασική προϋπόθεση για τη χρήση του Eyes³ λογισμικού είναι ο χρήστης να είναι κάτοχος ενός iPhone 7 ή νεότερου και να τρέχει iOS 12 ή νεότερο. Κάθε άδεια χρήσης λογισμικού επιτρέπει την εγκατάσταση έως και 12 συσκευών. Δεν υπάρχει ειδικό υλικό για το Eyes3, αλλά συνιστούν να χρησιμοποιούνται ασφαλείς βάσεις για τη συγκράτηση του iPhone κατά τη χρήση, επειδή τυχόν μετακινήσεις στο iPhone μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια των μέτρων εγγραφής και ελέγχου των γραμμών. (eyes3.com)

δ) SwingVision

Η πρόταση αυτής της εταιρείας βασίζεται σε μία συσκευή iOS (iPhone ή iPad) και την κάμερα της για την ανάλυση των χτυπημάτων ενός παίκτη, παρακολουθώντας τα στατιστικά του στοιχεία και τις καλύτερες στιγμές του στο βίντεο. Ωστόσο, δεν υποστηρίζονται όλα τα iPhone ή iPad, αλλά μόνο αυτά που έχουν λογισμικό iOS 13 ή iPadOS. Στη συνέχεια, για ανάλυση σχεδόν σε πραγματικό χρόνο (τη στιγμή που σταματά η εγγραφή), κάτι που μόνο οι νεότερες συσκευές θα μπορούν να το υποστηρίξουν (iPhone XR / XS, 11/11 Pro, SE 2020, iPad mini 5th gen, iPad Air 2019, iPad Pro 2018+). Η συσκευή iOS πρέπει να τοποθετηθεί πίσω από τη γραμμή βάσης είτε σε τρίποδο είτε στο φράχτη. Το σημαντικό είναι να μπορεί η κάμερα να

μπορεί να βλέπει πλήρως όλο το γήπεδο. Εκπληκτικά, χρησιμοποιώντας μια μόνο κάμερα, είναι ικανό να προσφέρει πολλά από τα παραπάνω χαρακτηριστικά που έχουν αναφερθεί πιο πάνω, όπως παρακολούθηση της αιώρησης της ρακέτας και της μπάλας (είδος χτυπήματος, ταχύτητα, περιστροφή, μέσα / έξω από τα όρια του γηπέδου, τοποθέτηση, επαφή με ρακέτα), ανάλυση χτυπημάτων, ανάλυση βίντεο, ασκήσεις και προπονητικά χαρακτηριστικά. Μερικά μοναδικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής αυτής είναι: 1) οι προπονητικές ασκήσεις που επιτρέπουν στους παίκτες να προπονούνται μόνοι τους, και 2) η ενσωμάτωση με το Apple Watch που επιτρέπει στους παίκτες να λαμβάνουν προεπισκόπηση του βίντεο σε πραγματικό χρόνο, δυνατότητα έναρξης και λήξης της εγγραφής, λήψη στατιστικών σε πραγματικό χρόνο και πρόσθεση ετικετών στα αγαπημένα στιγμιότυπα του αθλητή. Ο καθένας μπορεί να κατεβάσει την εφαρμογή στο κινητό του εφόσον αυτό πληρεί τα προαναφερθέντα τεχνικά χαρακτηριστικά δωρεάν και οι χρήστες μπορούν απλώς να έχουν τη δωρεάν έκδοση (η οποία καλύπτει ασκήσεις προπόνησης, παρακολούθηση χτυπήματος και περιορισμένη παρακολούθηση της πορείας της μπάλας) ή να εγγραφούν στην pro έκδοση που περιλαμβάνει τα πάντα. Το θετικό με αυτές τις δυο εφαρμογές είναι ότι εκμεταλλεύονται στο έπακρο τις δυνατότητες των έξυπνων κινητών όσον αφορά την τεχνολογία κάμερας και τις δυνατότητες επεξεργασίας και αυτό σημαίνει ότι δεν είναι ένα επιπλέον κομμάτι εξοπλισμού που μπορούν να μεταφέρουν οι παίκτες. (swing.tennis)

Συγκρίνοντας τα 12 διαφορετικά συστήματα, περιστρέφονται κυρίως γύρω από κάμερες και όραση υπολογιστή, αλλά υπάρχουν επίσης σόναρ, ραντάρ και λέιζερ. Για τις κάμερες, υπάρχουν επίσης ορισμένες διαφορές όσον αφορά τον αριθμό των καμερών, τον ρυθμό καρέ τους, τις τοποθεσίες τοποθέτησης των καμερών και τις βασικές απαιτήσεις φωτισμού. Όλα αυτά επηρεάζουν την ακρίβεια της παρακολούθησης. Λογικά, οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν περισσότερους αισθητήρες ή κάμερες θα έχουν πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια όσον αφορά τον έλεγχο των γραμμών ή τη μέτρηση παραμέτρων, όπως είναι η ταχύτητα και η απόσταση. Για να εγκριθούν από την ITF (διεθνής ομοσπονδία τένις) αυτές οι τεχνολογίες, πρέπει να πληρούν την προϋπόθεση για ίσο ή μικρότερο από 5 mm σφάλμα κατά τη διαιτησία γραμμής συν άλλες αξιολογήσεις. Το εύρος (διαφορετικοί τύποι) και το βάθος (υψηλή ακρίβεια) των δεδομένων που

συλλέγονται σε επίσημους αγώνες δεν περιορίζονται σε βοηθήματα διαιτησίας. Προπονητές και επαγγελματίες παίκτες μπορούν να επωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από αυτά τα δεδομένα αγώνα για να κατανοήσουν καλύτερα την απόδοσή τους σε ένα επίσημο αγώνα.. Όχι πολύ καιρό πριν, η IBM ανακοίνωσε μια νέα λύση σε συνεργασία με την US Tennis Association (USTA) που ονομάζεται Coach Advisor. Αυτό παρέχει στους προπονητές του USTA πρόσθετες μετρήσεις που σχετίζονται με τη φυσική απόδοση των αθλητών, συμπεριλαμβανομένου του φυσιολογικού φορτίου και της μηχανικής έντασης και πώς σχετίζονται με διαφορετικές καταστάσεις αγώνα. (sportstechnologyblog.com)

2.7 Η Χρήση των νέων τεχνολογιών στη διαιτησία και μετάδοση των αγώνων

Η παρακολούθηση των τενιστικών μπαλών επιτρέπει εικονικές επαναλήψεις, νέα στατιστικά παιχνιδιών και άλλες απεικονίσεις που οδηγούν σε πολύ νέους τρόπους εμπειρίας και ανάλυσης αγώνων τένις. Η όραση μέσω υπολογιστή έχει πολλές δυνατότητες για την ενεργοποίηση μιας νέας κατηγορίας εφαρμογών που περιλαμβάνει τη μετάδοση αγώνων, προβολή απομακρυσμένων αγώνων μέσω διαδικτύου και τηλεπαρουσίας. Το σύστημα παρακολουθεί τους παίκτες και τη μπάλα σε αγώνες τένις σε πραγματικό χρόνο για να εισαγάγει μια σειρά από καινοτομίες σε ζωντανές τηλεοπτικές εκπομπές και διαδικτυακές εκπομπές διεθνών τουρνουά. (Gopal Pingali, Agata Opalach, Yves Jean, 2000) Αυτή τη στιγμή υπάρχουν στην αγορά δυο συστήματα ηλεκτρονικής παρακολούθησης της μπάλας: είναι το Hawk Eye και το Foxtenn

Το 1999, η έρευνα ξεκίνησε στην Roke Manor Research Ltd., μια εταιρεία με πάνω από τριάντα χρόνια εμπειρίας στην επεξεργασία εικόνας. Με επικεφαλής τον Δρ Paul Hawkins και χρηματοδοτούμενο από την The Television Corporation, άρχισε να δημιουργείται η ιδέα του «Hawk-Eye». Αυτό το σύστημα εφευρέθηκε και κυκλοφόρησε το 2001. Το Hawk eye είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο, αλλά μόνο σε επαγγελματικά παιχνίδια του αθλητισμού. Έχει εξαπλωθεί παγκοσμίως επειδή είναι μια πολύ χρήσιμη τεχνολογία που επιτρέπει στους κριτές και στους διαιτητές να ξαναπαίζουν στην οθόνη την

αμφισβητούμενη αθλητική στιγμή και να βλέπουν ψηφιακά πού προσγειώθηκε μια μπάλα στον αγώνα. Είναι μια τεχνολογία που δεν χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο επειδή έχει υψηλό κόστος.. Το Hawkeye χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τους διαιτητές να κρίνουν εάν η μπάλα είναι μέσα ή έξω. Οι παίκτες μπορούν να αμφισβητήσουν τις μπάλες που αναπηδούν οριακά κοντά στις γραμμές ενός γηπέδου τένις αναγκάζοντας τον διαιτητή να χρησιμοποιήσει το βίντεο ως δεύτερη γνώμη. Αυτό ενισχύει την ελκυστικότητα του θεατή, ώστε να μπορούν να δουν αν η μπάλα ήταν μέσα ή έξω, ειδικά όταν η μπάλα ήταν ακριβώς στη γραμμή. Το Hawk-eye λειτουργεί χρησιμοποιώντας 10 κάμερες υψηλής απόδοσης, κανονικά τοποθετημένες στην κάτω πλευρά της οροφής του σταδίου, η οποία παρακολουθεί τη μπάλα από διαφορετικές γωνίες. Το βίντεο από τις έξι κάμερες στη συνέχεια τριγωνίζεται και συνδυάζεται για να δημιουργήσει μια τρισδιάστατη αναπαράσταση της τροχιάς της μπάλας. Το Hawk-Eye δεν είναι αλάνθαστο και είναι ακριβές σε απόσταση 5 χιλιοστών, αλλά θεωρείται γενικά ως αμερόληπτη δεύτερη γνώμη στον αθλητισμό. (hawkeyeinnovations.com)

Το σύστημα άμεσης αναπαραγωγής Hawkeye (Instant Replay), δημιουργήθηκε και πήρε το όνομα του από τον Βρετανό Paul Hawkins της. Το σύστημα άμεσης αναπαραγωγής αποτελείται κυρίως από κάμερες υψηλής ταχύτητας, υπολογιστές και ηλεκτρονικές οθόνες. Πρώτα απ' όλα, με τη βοήθεια υπολογισμού υπολογιστών για τη μετατροπή του τρισδιάστατου χώρου του γηπέδου τένις σε πλέγμα μέτρησης mm. Στη συνέχεια, σε ολόκληρο το γήπεδο τοποθετούνται 8 ~ 10 σετ υψηλής ταχύτητας κάμερες, με ταχύτητα μεγαλύτερη από 2000 FPS / s για εικόνες, εύκολη λήψη της τροχιάς της μπάλας του τένις και εισαγωγή των δεδομένων. Δεύτερον, για τη μετάδοση των δεδομένων στον υπολογιστή, μέσω της λειτουργίας του συστήματος μπορεί να δημιουργήσει δέκα τροχιές και δημιουργία της τρισδιάστατης εικόνας. Τέλος, μέσω της τεχνολογίας απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο, αυτές οι εικόνες εμφανίζονται καθαρά στην ηλεκτρονική οθόνη, ολόκληρη η συλλογή δεδομένων για να γίνει η επεξεργασία των δεδομένων και η διαδικασία απεικόνισης δεν απαιτεί περισσότερο από 10 δευτερόλεπτα, που χρησιμοποιείται συχνά στη διαδικασία της τηλεόρασης. Το 2006 στο US OPEN η, τεχνολογία hawkeye έγινε για πρώτη φορά το βοηθητικό εργαλείο αποφάσεων διαιτητών για πρώτη φορά. Το 2008, η Διεθνής Ομοσπονδία Τένις, η Ένωση Επαγγελματιών Αντισφαιριστών

(ATP), η αντίστοιχη των γυναικών (WTA), καθώς και τα τουρνουά Grand Slam έχουν συμφωνήσει στη χρήση αυτής της τεχνολογίας. Οι παίκτες κατά τη διάρκεια του αγώνα έχουν τρεις ευκαιρίες πρόκλησης, ενώ στο tiebreak, έχουν άλλη μια ευκαιρία. (Zhou Huan, 2013)

Ουσιαστικά, το σύστημα παρακολούθησής τους βασίζεται στις αρχές του τριγωνισμού χρησιμοποιώντας οπτικές εικόνες και δεδομένα χρονισμού που έχουν ληφθεί από κάμερες υψηλής ταχύτητας που είναι τοποθετημένες γύρω από το στάδιο. και οι οποίες βαθμονομούνται και συγχρονίζονται πριν από κάθε τουρνουά. Οι κάμερες συνήθως τοποθετούνται ψηλά πάνω από τα γήπεδα με τέτοιο τρόπο ώστε να συλλάβουν την τροχιά των μπαλών με ελάχιστα εμπόδια. Παρόλο που υπήρξαν κάποιες διαφορές με την ακρίβεια της διαιτησίας της γραμμής του γηπέδου (σφάλμα έως 3,6 mm), ήταν γενικά ακριβής εκτός από ορισμένες περιπτώσεις. Έχει χρησιμοποιηθεί στα περισσότερα Grand Slams του τένις με εξαίρεση το French Open που παίζεται σε γήπεδο με χόμα όπου τα σημάδια που αφήνονται πάνω στην επιφάνεια είναι εμφανή. (hawkeyeinnovations.com)

Το Hawk-Eye Officiating System είναι το πρώτο και μοναδικό σύστημα παρακολούθησης μπάλας που έχει περάσει τα αυστηρά μέτρα δοκιμών της Διεθνούς Ομοσπονδίας Τένις. Είναι ακριβές, αξιόπιστο και πρακτικό. Η τεχνολογία που παρέχει θεωρείται πραγματικά κορυφαία σε διάφορα αθλήματα. Προσφέρει ένα μοναδικό μείγμα καινοτομίας, εμπειρίας και ακρίβειας που έχει φέρει επανάσταση στον αθλητικό κόσμο. Η βασική ιδέα είναι να παρακολουθεί την πορεία της μπάλας καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια υποβάλλονται σε επεξεργασία για να παράγουν ρεαλιστικές απεικονίσεις που δείχνουν την τροχιά της μπάλας. (ITF.com)

Η τεχνολογία Hawk-Eye που χρησιμοποιείται στον αθλητικό προγραμματισμό εξελίσσεται συνεχώς, με εξειδικευμένες κάμερες να γίνονται πιο προηγμένες και οι μέθοδοι εργασίας να επιταχύνονται μέσω τεχνολογικών εξελίξεων. Καινοτομίες όπως το Hawk-Eye είναι για τη βελτίωση του αθλητισμού. Όταν χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στο κρίκετ και αργότερα υιοθετήθηκε από διάφορα αθλήματα, όπως τένις και σνούκερ, υπήρξε επαναστατική στην αθλητική τηλεόραση. Το Hawk-Eye συλλαμβάνει και επεξεργάζεται εικόνες από διάφορες

κάμερες για να παρακολουθεί την τροχιά της μπάλας σε τρεις διαστάσεις σε ένα φανταστικό γήπεδο αντισφαίρισης. Το Hawk-Eye χρησιμοποιεί δεδομένα από τις υπάρχουσες κάμερες τηλεοπτικών εκπομπών αντί να χρησιμοποιεί δικές του ειδικές κάμερες με υψηλότερους ρυθμούς καρέ (Bijker, Hughes, & Pinch, 1987). Αποτελείται από ένα σύστημα πολλαπλών υπολογιστών που χρησιμοποιείται στο κρίκετ, το τένις και άλλα αθλήματα για να παρακολουθεί οπτικά την πορεία της μπάλας και να εμφανίζει μια καταγραφή της πιο στατιστικά πιθανής πορείας του ως κινούμενη εικόνα. Σε ορισμένα αθλήματα, όπως το τένις, είναι πλέον μέρος της διαιτησίας. Τα τελευταία 20 ή 30 χρόνια στα αθλήματα, όλα εξαρτώνται μόνο από την ανθρώπινη κρίση είτε είναι σωστή είτε λάθος, αλλά στη σύγχρονη εποχή η ανθρώπινη κρίση αμφισβητείται με τη χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Υπάρχουν δέκα κάμερες στρατηγικά τοποθετημένες που καλύπτουν τα μικρά δευτερόλεπτα των κινήσεων των παικτών, ώστε να λαμβάνουν τη σωστή απόφαση για το παιχνίδι και που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη θέση της μπάλας στους υπολογιστές. Στο τένις, αυτό είναι ένα από τα καλύτερα λογισμικά ανάλυσης βίντεο για την διαιτησία των αμφισβητούμενων μπαλών που η αναπήδηση τους είναι στα όρια του γηπέδου καθώς και της καταγραφής και απόδοσης των παικτών. (hawkeyeinnovations.com). Πριν από την εισαγωγή της τεχνολογίας hawkeye στην αντισφαίριση, ο διαιτητής στηριζόταν στη βοήθεια από τους κριτές γραμμών που είναι αυτοί που φωνάζουν αν η μπάλα είναι μέσα ή έξω, πολλές φορές όμως τα λάθη που πιθανώς γίνονταν επηρεάζανε αρνητικά το παιχνίδι. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η ανθρώπινη οπτική κρίση είναι περιορισμένη, όπως είναι και ο καιρός, η γωνία, τα εμπόδια, η ταχύτητα, η απόσταση, το ύψος, το φως και η σκιά, η παράλλαξη, το βάθος και το χρώμα, η επίδραση τέτοιων παραγόντων όπως αυτοί θα επηρεάσουν άμεσα την ακρίβεια του κριτή γραμμής στις αποφάσεις που καλείται να πάρει.

Ως εκ τούτου, προκειμένου να προστατευθούν περαιτέρω τα δικαιώματα και τα συμφέροντα των ίδιων των παικτών, να βελτιωθεί η αμεροληψία του αγώνα τένις, η προώθηση τεχνολογίας Hawkeye και η εφαρμογή στον αγώνα τένις. Στον αγώνα τένις, ο διαιτητής εξακολουθεί να είναι υπεύθυνος για την ομαλή διεξαγωγή του αγώνα, ενώ η τεχνολογία Hawkeye διαδραματίζει συμπληρωματικό ρόλο και δίνει τη δυνατότητα στους αθλητές να

αμφισβητήσουν τις αποφάσεις του διαιτητή ή των κριτών γραμμών όταν μία μπάλα είναι οριακή. Οι αθλητές μπορεί να χρησιμοποιήσουν αυτή την τεχνολογία και για στρατηγικούς λόγους όπως είναι για φυσική ανάκαμψη εκμεταλλευόμενοι το χρόνο που απαιτείται για την προβολή της επίμαχης φάσης για να μπορέσουν να ανακτήσουν ένα μέρος των δυνάμεων τους ή για να προκαλέσουν εκνευρισμό στον αντίπαλο. (Zhou Huan, 2013). Σύμφωνα με τις κάμερες υψηλής ταχύτητας ανά δευτερόλεπτο, οι 10.000 φωτογραφίες μπορούν να καταλήξουν στο ακόλουθο συμπέρασμα: η μπάλα του τένις όταν έρχεται σε επαφή με το έδαφος διαρκεί περίπου 3 χιλιοστά του δευτερολέπτου και είναι πολύ δύσκολο για το ανθρώπινο μάτι να δει το ακριβές σημείο της επαφής της μπάλας με το έδαφος. Με τη χρήση καμερών υψηλής ταχύτητας αυτή η τεχνολογία μπορεί να παρακολουθήσει την πορεία της μπάλας ανεξάρτητα από την ταχύτητα της και από την πιθανή αλλαγή της τροχιάς της εξαιτίας της ταχύτητας του ανέμου. (hawkeyeinnovations.com)

Με τους λάτρεις των σπορ παγκοσμίως να απαιτούν περισσότερο ζωντανό αθλητικό περιεχόμενο σε τηλεοπτικά και ψηφιακά κανάλια, η Hawk-Eye σε συνεργασία με τη Sony ανέπτυξε μια λύση που εξορθολογίζει έξυπνα τη ροή εργασιών ζωντανής παραγωγής και μειώνει σημαντικά το κόστος της ζωντανής αθλητικής παραγωγής - χωρίς να επηρεάζει την ποιότητα της εξόδου. Η υπηρεσία παραγωγής SMART της Hawk-Eye για τένις χρησιμοποιεί 3 ή 4 αυτόματες κάμερες παρακολούθησης παικτών και έξυπνο λογισμικό παραγωγής που ελέγχονται από έναν χειριστή. Χρησιμοποιώντας έξυπνο λογισμικό παραγωγής, ο χειριστής Hawk-Eye διαχειρίζεται ολόκληρη την παραγωγή, συμπεριλαμβανομένων γραφικών και επαναλήψεων από ένα φορητό υπολογιστή. Η SMART Production επιτρέπει στους κατόχους δικαιωμάτων να μεγιστοποιούν αποτελεσματικά την κάλυψη των γηπέδων τους. (hawkeyeinnovations.com)

Μέχρι τώρα, ο έλεγχος των ζωντανών ροών βίντεο ήταν αποκλειστικά στα χέρια του ραδιοτηλεοπτικού φορέα, πράγμα που σημαίνει περιορισμένη πρόσβαση σε πολλούς ενδιαφερόμενους που χρειάζονται πρόσβαση σε αυτό το περιεχόμενο σε πραγματικό χρόνο. Η τεχνολογία συγχρονισμένης αναπαραγωγής πολλαπλών γωνιών Hawk-Eye (SMART) είναι μια

συναρπαστική νέα τεχνολογία αναπαραγωγής βίντεο και διανομής που θέτει τον έλεγχο του περιεχομένου ζωντανών βίντεο στα χέρια εκείνων που το χρειάζονται περισσότερο. Μέσω αυτής της τεχνολογίας υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση του θεατή σχετικά με την ταχύτητα της μπάλας και της κατεύθυνσης της μέσω μιας οθόνης που υπάρχει στο γήπεδο. Οι κάμερες υψηλής ταχύτητας μπορούν να συλλάβουν την κίνηση του σέρβις του παίκτη και να υποδείξουν την κατεύθυνση και το βάθος της μπάλας. Επίσης γίνεται συλλογή δεδομένων σχετικά με τα ποσοστά τοποθέτησης της μπάλας στην τελική γραμμή προσφέροντας έτσι στον θεατή πληροφορίες σχετικά με την τακτική που ακολουθεί στον αγώνα παρέχοντας με αυτό τον τρόπο χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την τεχνικά χαρακτηριστικά και την τακτική που εφαρμόζει ο παίκτης είναι χρήσιμη για τους προπονητές και τους σχολιαστές των αγώνων. (hawkeyeinnovations.com)

Ο σκοπός της χρήσης αυτής της εφαρμογής τεχνολογίας Hawkeye είναι να βελτιώσει την παρουσίαση ενός αγώνα τένις, να προσελκύσει περισσότερους οπαδούς κάνοντας το παιχνίδι πιο διαδραστικό για να παρακολουθήσουν ένα τουρνουά τένις ενώ ταυτόχρονα να παρέχει επίσης τη βάση για τη βελτίωση των αποφάσεων των κριτών γραμμών.

Το σύστημα Hawk-Eye, που αναφέρεται στο τένις ως Electronic Line Calling (ELC), χρησιμοποιείται στο τένις από το 2002. Κάθε χρόνο, αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 80 τουρνουά τένις παγκοσμίως. Το ELC είναι σε θέση να παρακολουθεί τα ίχνη στην επιφάνεια του γηπέδου (όπου χτυπά η μπάλα), να παρακολουθεί τις κινήσεις των παικτών και να παρέχει ανάλυση του πόντου. Η κάμερα ultra-motion μπορεί να λειτουργήσει έως και 340 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Με τη σειρά του, αυτό απεικονίζει την τροχιά της μπάλας και το σημάδι που αφήνει η μπάλα κατά την πρόσκρουση της στο έδαφος. Οι κάμερες παρακολούθησης μπάλας που διαθέτει το Hawk-Eye όχι μόνο βοηθούν τους διαιτητές, αλλά παράγουν επίσης τεράστιους όγκους δεδομένων που επιτρέπουν στο Hawk-Eye να παρέχει ανάλυση και πληροφορίες για τους που ενισχύουν πραγματικά την εμπειρία των θαυμαστών και βοηθούν στην αφήγηση της ιστορίας σε κανάλια μετάδοσης και διαδικτύου. (hawkeyeinnovations.com)

Η ψηφιακή διαίρεση του Hawk-Eye, το Pulselive, έχει ένα μοναδικό σύνολο δυνατοτήτων που ζωντανεύει το τένις σε διαδικτυακές, κινητές και κοινωνικές πλατφόρμες, βοηθώντας οι ομοσπονδίες, οι χορηγοί και οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς προσφέρουν μια βελτιωμένη συνδεδεμένη εμπειρία για το κοινό τους. (hawkeyeinnovations.com)

Μια άλλη τεχνολογία της μετάδοσης αγώνων είναι της εταιρίας Foxtenn με την ονομασία Diamond Data Tournament και η οποία είναι η πηγή ενός θεαματικού και πρωτόγνωρου περιεχομένου και εικόνων σε πραγματικό χρόνο για πλατφόρμες τηλεόρασης και άλλων μέσων μαζικής ενημέρωσης. Προσφέρει μοναδικά, υψηλής ποιότητας δεδομένα για επαγγελματίες παίκτες και προπονητές. Επιπλέον, προσφέρει το νεότερο και πιο συναρπαστικό πρόγραμμα ενεργοποίησης του κοινού. Αυτό το σύστημα ανάλυσης βασίζεται σε επαναστατική τεχνολογία καταγραφής που περιλαμβάνει περισσότερες από 40 κάμερες εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας συγχρονισμένες με 10 λέιζερ υψηλής ταχύτητας που συλλαμβάνουν ό, τι συμβαίνει στο γήπεδο εντός χιλιοστών και χιλιοστών του δευτερολέπτου και από κάθε δυνατή γωνία. Η Foxtenn ξεκινά με έναν τεράστιο όγκο δεδομένων που συλλέγονται από τα συστήματά του. Όλες αυτές οι πληροφορίες υποβάλλονται σε επεξεργασία και διαρθρώνονται σε διάφορα στάδια ή επίπεδα εξειδίκευσης και αυξανόμενης ικανότητας πρόβλεψης. (foxtenn.com)

Αρχικά, το σύστημα είναι σε θέση να αναφέρει τις βασικές πληροφορίες με τον πιο ολοκληρωμένο και ελκυστικό τρόπο. Ωστόσο, όταν όλοι οι αισθητήρες λειτουργούν ταυτόχρονα, το Diamond Data System προσφέρει μοναδικά δεδομένα, με πρωτοφανή ακρίβεια και ταχύτητα, συγχρονισμένα με πραγματικές εικόνες από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Το Foxtenn μπορεί να μετρήσει την ταχύτητα του παίκτη σε πραγματικό χρόνο, την ταχύτητα της μπάλας, τις γωνίες, το ύψος της μπάλας, τη θέση αναπήδησης, τη θέση του παίκτη, με ακρίβεια και με τρόπο που τα άλλα συστήματα δεν μπορούν να ανταγωνιστούν. Οι πληροφορίες γίνονται γνώσεις όταν μπορεί να γίνει συσχετισμός όλων των προαναφερόμενων παραμέτρων. Το Foxtenn Diamond Data System επιτρέπει τη σύνδεση όλων των προηγούμενων δεδομένων με τον πιο ευέλικτο και δυνατό τρόπο. Οι δυνατότητες του συστήματος είναι ατελείωτες και η αξία των πληροφοριών περιορίζεται μόνο από τη φαντασία του χρήστη. Σε αυτή τη βάση, η

συγκεκριμένη τεχνολογία εφαρμόζει τις τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης και τους δικούς του αλγόριθμους για να εξαγάγει μια σειρά από νέους και μοναδικούς δείκτες που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά των παικτών και τα μοτίβα παιχνιδιών που είναι οι βασικοί παράγοντες για την αποκάλυψη του παιχνιδιού. (foxtenn.com)

Χάρη στις γνώσεις και την εμπειρία του Foxtenn, το σύστημα καθορίζει μια σειρά βαθμολογιών που κατηγοριοποιούν τους παίκτες σύμφωνα με τα πιο διακεκριμένα και καθοριστικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία είναι το κλειδί για την κατανόηση και την πρόβλεψη γιατί ένας αγώνας κερδίζεται ή χάνεται. Όλη η ισχύς των στατιστικών και των αποκλειστικών δεικτών που παρέχονται από το σύστημα Foxtenn προσφέρουν έναν μοναδικό τρόπο μετάδοσης αθλητικών. Κατά συνέπεια, είναι πιο ενδιαφέρον και εντυπωσιακό από πριν. Το Diamond Data Tournament προσθέτει αξία σε οποιαδήποτε πλατφόρμα τηλεόρασης ή πολυμέσων που χρησιμοποιεί το περιεχόμενό της. Αυτές οι πληροφορίες είναι επίσης διαθέσιμες για τους επαγγελματίες παίκτες και προπονητές. Μετά από κάθε αγώνα, μια διεξοδική, αποκαλυπτική και σε βάθος αναφορά θα παρέχεται σε μια εφαρμογή που έχει απεριόριστες δυνατότητες ανάλυσης των δεδομένων. (foxtenn.com)

2.8 Εμπειρία θεατών στα τουρνουά- αθλητικές εγκαταστάσεις

Το Foxtenn LiveXperience είναι ένα αναπόσπαστο και καινοτόμο πρόγραμμα ενεργοποίησης που συλλαμβάνει, διασκεδάζει και προσελκύει το κοινό με μοναδικό τρόπο. Το Foxtenn LiveXperience μετατρέπει την δραστηριοποίηση ενός τουρνουά σε μια ριζικά διασκεδαστική εμπειρία για όλους τους οπαδούς του τένις. Η εμπειρία ενεργοποίησης του Foxtenn περιλαμβάνει τρεις μεγάλες περιοχές: σε οθόνες μέσα στο γήπεδο, δραστηριότητες και προσομοιώσεις · και αλληλεπίδραση μέσω εφαρμογών για κινητά. Χάρη στην τεχνολογία του Foxtenn, το ίδιο το γήπεδο μετατρέπεται σε ένα ιδανικό μέρος για να διασκεδάσει ο θεατής ενώ συγχρόνως μοιράζεται μια καταπληκτική εμπειρία. Κάθε θεατής μπορεί να αλληλεπιδράσει με θεαματικές προσομοιώσεις και να συμμετάσχει σε συναρπαστικούς διαγωνισμούς. Κατά τη διάρκεια του αγώνα, όλο το αποκλειστικό περιεχόμενο που δημιουργείται από το σύστημα

(προηγμένα δεδομένα και δείκτες, θεαματικές εικόνες) μπορεί να προβληθεί στην οθόνη του γηπέδου με εξαιρετικά ελκυστικό και δυναμικό τρόπο, καθιστώντας το συναίσθημα στον αγώνα ακόμα πιο δυνατό. (foxtenn.com)

Η πλήρης εμπειρία μπορεί να γίνει αισθητή χρησιμοποιώντας τις διασκεδαστικές, παρακινητικές και διασκεδαστικές εφαρμογές με τις οποίες οι συμμετέχοντες μπορούν να αλληλεπιδράσουν μέσω δημιουργικών στοιχημάτων και παιχνιδιών που χρησιμοποιούν τα καινοτόμα δεδομένα του Foxtenn ως αφετηρία. Το πρόγραμμα ενεργοποίησης δεν ξεκινά ούτε τελειώνει κατά τη διάρκεια του τουρνουά. Το Foxtenn LiveXperience προσφέρει επίσης νέες διαφημιστικές δράσεις που προσελκύουν τους φιλάθλους προχωρώντας πέρα από τις ημερομηνίες διεξαγωγής και τις εγκαταστάσεις του τουρνουά, οι οποίες θα το μετατρέψουν σε μια αξέχαστη εκδήλωση για τη διοργανώτρια πόλη. (foxtenn.com)

Επίσης μία αντίστοιχη εμπειρία για τους θεατές που βρίσκονται μέσα στις εγκαταστάσεις του τουρνουά προσφέρει και ο προσομοιωτής τένις του Hawk-Eye που επιτρέπει στους θεατές να δοκιμάσουν τη δύναμη και τις ικανότητές τους ενάντια στους καλύτερους του κόσμου δημιουργώντας μια απaráμιλλη και καθηλωτική εμπειρία παιχνιδιού. Επιπλέον, η τελευταία καινοτομία της Hawk-Eye, το SMART Vote χρησιμοποιεί επώνυμες κάρτες ψηφοφορίας, τη μεγάλη οθόνη και την επεξεργασία του οπτικού υλικού για να προσελκύσει τους φιλάθλους του τένις στο γήπεδο. (hawkeyeinnovations.com)

Συνοψίζοντας τα πλεονεκτήματα αυτών των τεχνολογιών είναι τα εξής: α) έχουν σημαντικό ρόλο στη διασφάλιση της ακεραιότητας του αθλήματος δίνοντας τη δυνατότητα στον αθλητή να κάνει ένσταση σε φάσεις που πιστεύει ότι αδικείται. β) έχει επικουρικό ρόλο στη λήψη δύσκολων διαιτητικών αποφάσεων, γ) δημιουργεί διάφορα συναισθήματα στους θεατές καθώς περιμένουν να δουν στην οθόνη του γηπέδου το αποτέλεσμα και δ) συμβάλλει στη μετάβαση της αντισφαίρισης στη σύγχρονη τεχνολογική εποχή. Στον αντίποδα υπάρχει η άποψη ότι η χρήση αυτών των τεχνολογιών κάνει το παιχνίδι πιο αυτόματο αφαιρώντας κάτι από την ομορφιά του. Οι περισσότεροι όμως επαγγελματίες αθλητές της αντισφαίρισης είναι υπέρ της χρήσης αυτών των τεχνολογιών γιατί κάνει το παιχνίδι πιο αντικειμενικό και πιο δίκαιο

επιτρέποντας τους να συγκεντρωθούν απρόσκοπτα στο καθαρά αγωνιστικό κομμάτι του παιχνιδιού.

2.9 Νέες τεχνολογίες στα τουρνουά

Το τένις, όπως όλα τα αθλήματα, έχει τεράστιες ευκαιρίες να χρησιμοποιεί την τεχνολογία για να προσεγγίσει περισσότερους ανθρώπους. Από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έως τα μεγάλα δεδομένα στο Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), οι άνθρωποι συνδέονται μεταξύ τους και παγκοσμίως όπως ποτέ άλλοτε. Αυτό ισχύει για όλες τις βιομηχανίες και το τένις δεν θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση. Το τένις είναι ένα από τα παλαιότερα αθλήματα που έχουν δημιουργηθεί σε οργανωμένες δομές και πρωταθλήματα που έχουν εξελιχθεί σε αρμονία με τις τεχνολογικές καινοτομίες και τις κοινωνικές αλλαγές. Το “Real tennis”, ο πρόδρομος του σημερινού παιχνιδιού, αναπτύχθηκε από ένα γαλλικό παιχνίδι του 12ου αιώνα που παιζόταν με το χέρι και η ονομασία του ήταν "raume" και παιζόταν κυρίως από την γαλλική αριστοκρατία. Με την πάροδο του χρόνου, στο παιχνίδι στη συνέχεια προστέθηκε ένα γάντι, μετά μια ρακέτα και μεταφέρθηκε από τις αυλές στα γήπεδα και έγινε “lawn tennis” - που συχνά αναφέρεται ως «τένις». Το παιχνίδι μεταφέρθηκε στη συνέχεια από την Ευρώπη στις Ηνωμένες Πολιτείες, με το πρώτο τουρνουά να διοργανώνεται το 1874 (τρία χρόνια πριν από το πρώτο τουρνουά Wimbledon). Το Open Era ξεκίνησε το 1968, όταν το παιχνίδι έγινε «ανοιχτό» σε επαγγελματίες για να ανταγωνιστούν τους ερασιτέχνες. Σήμερα, επίσης, το παιχνίδι εξελίσσεται παράλληλα με τις εποχές (παγκοσμιοποίηση, κινητά τηλέφωνα, ανταγωνισμός για τον χρόνο χρήσης των καταναλωτών, επιρροή των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης), πολυπολιτισμικότητα). Όπως είπε και σε μια συνέντευξη της η διακεκριμένη προπονήτρια και πρέσβειρα του αθλήματος Judy Murray: «Ο κόσμος αλλάζει συνεχώς και πρέπει να είμαστε σε θέση να προσαρμοστούμε σε αυτές τις αλλαγές, και αυτό περιλαμβάνει τον τρόπο που οι άνθρωποι παρακολουθούν ή ακολουθούν το τένις, το οποίο είναι εντελώς διαφορετικό τώρα. (www.Infosys.com)

Τα Grand Slam τουρνουά καθώς και το ATP και NEXT GEN Finals δεν ήταν ποτέ καλύτερα, καθώς αποκομίζουν τα οφέλη της νέας τεχνολογίας. Το US Open 2019, το Australian Open και το Roland-Garros (που αναφέρεται ευρέως από τα μέσα ενημέρωσης και τους φιλάθλους ως το Γαλλικό Open) είχαν ρεκόρ προσέλευσης φιλάθλων ενώ η προσέλευση τους στο Wimbledon ήταν η δεύτερη υψηλότερη στην ιστορία του, από το 2017 και το 2018. Οι διοργανωτές των τουρνουά είναι υπό πίεση για να επιλέξουν ανάμεσα στις νέες τεχνολογίες - όχι μόνο σχετικά με τον τρόπο μετάδοσης, αλλά και με τις δυνατότητες χορηγίας και λιανικής που δημιουργούνται από την παγκοσμιοποίηση και την τεχνολογία. Εκτός από την ενίσχυση της εμπειρίας των καταναλωτών, η τεχνολογία επέτρεψε νέες πηγές εσόδων και νέες προκλήσεις. Αυτό ισχύει για όλες τις βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων των αθλημάτων. Είτε πρόκειται για τένις, μπάσκετ ή Φόρμουλα 1, οι διοργανωτές μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα σε παραδοσιακές τηλεοπτικές εκπομπές (και τα χρήματα της χορηγίας που συνοδεύουν) και από τους κορυφαίους ψηφιακούς παρόχους. Για παράδειγμα, το φετινό Australian Open θα μεταδοθεί στην τηλεόραση και μια ζωντανή μετάδοση θα ενσωματωθεί επίσης στις συσκευές Alexa της Amazon. (www.Infosys.com)

Οι διοργανωτές δημιουργούν μια εκδήλωση που περιλαμβάνει ένα τουρνουά τένις και άλλες εμπειρίες. Αυτές οι πρόσθετες εμπειρίες στοχεύουν να κάνουν το τουρνουά τους ελκυστικό τόσο για τους βασικούς όσο και για τους νέους οπαδούς. Αυτές οι προσπάθειες φαίνεται να είχαν αντίκτυπο: Οι φίλαθλοι ξοδεύουν μεταξύ έξι και επτά ωρών ανά επίσκεψη - το χρόνο που ισοδυναμεί με δύο ποδοσφαιρικούς αγώνες. Η τεχνολογία είναι το κλειδί για τη διατήρηση των βασικών φιλάθλων και την προσέλκυση νέων δημιουργώντας μια κορυφαία εμπειρία για τον φίλαθλο (www.Infosys.com).

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε ανάλυση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στον εξοπλισμό, την προπόνηση και τη διαίτησία. Καθώς και στον τρόπο με τον οποίο το Hawk-Eye και άλλες παρόμοιες τεχνολογίες έχουν επηρεάσει την εξέλιξη της αντισφαίρισης τόσο στο αγωνιστικό όσο και στο τηλεοπτικό κομμάτι της. Στη συνέχεια, θα γίνει αναφορά στις τεχνολογικές καινοτομίες που υιοθετούν τα μεγάλα τουρνουά καθώς και τη θέση

των αναδυόμενων μορφών ψηφιακών αθλητικών μέσων (ιδίως των κοινωνικών μέσων) στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ παικτών, θαυμαστών και δημοσιογράφων.

Η Infosys, η οποία βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της ψηφιακής καινοτομίας, ήθελε να βρει τρόπους για να δείξει την τεχνογνωσία της σε τεχνολογίες όπως είναι η τεχνητή νοημοσύνη (AI), μεγάλα σε όγκο δεδομένα και αναλυτικά στοιχεία, και εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα. Αποφάσισε να προσεγγίσει ένα παγκόσμιο κοινό C-suite συνεργαζόμενο με ένα μεγάλο άθλημα και εξέτασε διάφορα αθλήματα πριν αποφασίσει ότι το τένις είχε μια μοναδική έφεση για αυτό το πρώτο εγχείρημα καθώς το κοινό-στόχος στο οποίο θέλει η εταιρία να απευθυνθεί ήταν σχετικό με την εταιρεία και, ταυτόχρονα, έχει παγκόσμια απήχηση (www.Infosys.com).

Το 2015 το διοικητικό συμβούλιο της ATP υπέγραψε μία συνεργασία με την Infosys σαν τεχνολογικός της συνεργάτης και το 2020 επέκτεινε αυτή τη συνεργασία για μέχρι το 2023. Με αυτή τη συμφωνία η Infosys θα συνεχίσει ως συνεργάτης παγκόσμιων υπηρεσιών τεχνολογίας και εταίρος ψηφιακής καινοτομίας της ATP. Η Infosys συνέβαλε καθοριστικά στην υποστήριξη της ανάπτυξης βασικών ψηφιακών στοιχείων και υποδομών της ATP, συμπεριλαμβανομένων των ATP Player Zone, ATP Stats Leaderboards, ATP Second Screen και της εφαρμογής ATP. Μέσα από την εκτεταμένη συνεργασία, η Infosys θα συνεχίσει να αναπτύσσει και να επιταχύνει καινοτομίες σε προηγμένες τεχνολογίες όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη, το Data Analytics και το Cloud, αξιοποιώντας την ειδική πλατφόρμα τένις για να προσφέρει διαφορετικές εμπειρίες για παίκτες, μέσα ενημέρωσης και θαυμαστές σε όλο τον κόσμο (www.atptour.com). Παρακάτω θα γίνει αναφορά στις τεχνολογίες που έχουν υιοθετηθεί από τα Grand Slam τουρνουά καθώς και από το Nitto ATP Finals και το Next Gen Finals όπως παρουσιάζονται μέσα από την ιστοσελίδα της Infosys και της ATP Tour.

Η IBM έχει συνάψει συμβόλαιο συνεργασίας και με τα τέσσερα τουρνουά Grand Slam για τη δημιουργία και υποστήριξη των ιστοσελίδων τους. Επιπλέον η IBM συνεργάζεται με την Infosys προσφέροντας έτσι στους φιλάθλους τις τεχνολογικές καινοτομίες της προσφέροντας τους μια ξεχωριστή εμπειρία.

Μέσω των Infosys ATP Stats, ATP Performance Zone και Win-Loss index, η ATP θα συνεχίσει να επικεντρώνεται στις πληροφορίες βάσει δεδομένων για στατιστικά στοιχεία αγώνα. Σε συνδυασμό με τη δημοφιλή σειρά εκδόσεων, το Infosys ATP Beyond the Numbers, οι φίλαθλοι θα είναι σε θέση να αποκτήσουν βαθύτερη εικόνα για το τένις μέσω ολοκληρωμένης ανάλυσης των παιχνιδιών. Για να γιορτάσει την 50ή επέτειο των τελικών του Nitto ATP, η Infosys και η ATP έχουν δημιουργήσει το Flashback 50, μια διαδικτυακή εμπειρία που βασίζεται σε δεδομένα για να συγκρίνει στατιστικά των πρωταθλητών στις πέντε δεκαετίες του Nitto ATP Finals.

Ο ψηφιακός εγκέφαλος της τεχνολογίας που χρησιμοποιεί η ATP είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα polycloud που έχει προγραμματιστεί να είναι plug-and-play. Αξιοποιώντας κάθε πηγή δεδομένων, συγκεντρώνοντας πολλές εφαρμογές και εξυπηρετώντας οποιαδήποτε ανάγκη τουρνουά, αυτό είναι το μέλλον συγκλίνων και ενοποιημένων αθλητικών εμπειριών. Το βασικό προϊόν της εταιρείας είναι το MatchBeats, το οποίο επιτρέπει στους φιλάθλους να παρακολουθούν την ένταση του αγώνα επισημαίνοντας τους πιο κρίσιμους και εντυπωσιακούς πόντους. Προσδιορίζει τα κρίσιμα σημεία, βρίσκοντας τους άσους και δείχνοντας πώς αλλάζει η δυναμική του παιχνιδιού στα break points. Αποκωδικοποιεί την ποιότητα του παιχνιδιού, επιτρέποντας στους θαυμαστές να φιλτράρουν τα χτυπήματα σε νικητήρια χτυπήματα, σε λάθη χωρίς πίεση και διπλά σφάλματα.

Μέσω της εφαρμογής MatchBeats οι φίλαθλοι έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν τις διακυμάνσεις και τις ροές στους αγώνες στα τουρνουά. Αυτή η εφαρμογή παρέχει μία πληθώρα δεδομένων και αναλυτικών στοιχείων των αγώνων, παρέχοντας τη δυνατότητα στους φιλάθλους να συνδυάσουν διάφορα φίλτρα που παρέχουν πληροφορίες σχετικές με την απόδοση του τενίστα που έχουν επιλέξει να παρακολουθήσουν στο τουρνουά. Οι πληροφορίες που λαμβάνουν οι φίλαθλοι για να δουν την απόδοση του αγαπημένου τους αθλητή αφορούν τα νικηφόρα χτυπήματα, τα λάθη που γίνονται με πίεση ή χωρίς πίεση, τους άσους και αλλά. Και για τους φιλάθλους που θέλουν το κάτι παραπάνω, υπάρχει το MatchBeats ++, μια ειδική εφαρμογή που προσφέρει μια αναλυτική προβολή του αγώνα ανά σετ. Η

βελτιωμένη έκδοση αυτής της εφαρμογής το MatchBeats ++ έχει προηγμένα φίλτρα που παρέχουν πληροφορίες όπως είναι το μήκος του ράλι για οποιοδήποτε πόντο σε οποιοδήποτε σετ του αγώνα. Τα στατιστικά με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας μπορούν να αποκωδικοποιηθούν. Το Stats+ επιτρέπει στους φιλάθλους, τους παίκτες, τους προπονητές και τα μέσα ενημέρωσης να γνωρίζουν ακριβώς ποια δεδομένα του παιχνιδιού άλλαξαν τη ροή ή ακόμα και το αποτέλεσμα ενός αγώνα. Με έναν συνδυασμό αλγορίθμων και επεξεργασίας δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, τα στατιστικά αναδιατάσσονται σε πραγματικό χρόνο για να δείξουν την επιρροή τους: τα κερδισμένα break points μπορεί να έχουν μεγαλύτερη σημασία από τους πόντους που έχει κερδίσει ο αθλητής στο φιλέ και τα διπλά σφάλματα στο σέρβις μπορεί να έχουν μεγαλύτερη σημασία από ότι οι νικητήριοι πόντοι στο πρώτο σέρβις.

Η ανάλυση τρισδιάστατων αγώνων είναι η καλύτερη εικόνα και οπτικοποίηση τους. Το CourtVision παρέχει πολλαπλές γωνίες θέασης για άμεση ανάλυση του σημείου που προσγειώθηκε η μπάλα μετά από το χτύπημα του παίκτη. Μια επικάλυψη δεδομένων για κάθε λήψη κάνει εύκολη σύγκριση της ίδιας παραμέτρου και για τους δύο παίκτες, όπως η κατάκτηση του πόντου σε δεύτερο σέρβις.. Και η σύγκριση δεν σταματά εκεί: υπάρχει μια εικόνα για την απόδοση του παίκτη από την ταχύτητα έως τους πόντους που κέρδισε με το σερβίς του, σε σχέση με τον μέσο όρο της καριέρας του.

Αντίστοιχα, υπάρχει μία εφαρμογή για τους αθλητές, με την ονομασία Rally Analysis. Ως γνωστόν, υπάρχει μια κατηγορία παικτών, που τους αρέσει να ανταλλάσσουν πολλές μπαλιές κατά τη διάρκεια του πόντου όπως και υπάρχει μία άλλη κατηγορία στην οποία ανήκουν παίκτες που τους αρέσει να τελειώνουν σύντομα τον πόντο. Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των διαφορετικών στυλ παιχνιδιού, αναλύοντας την απόδοση σε όλη τη διάρκεια του πόντου, από τη στιγμή που σερβίρει ο τενίστας έως τις οκτώ ανταλλαγές και μετά. Κάθε ανάλυση του πόντου παρέχει προβολές των νικητήριων χτυπημάτων, των λαθών με πίεση και χωρίς πίεση πάνω σε έναν χάρτη συχνότητας. Χρησιμοποιώντας αυτό, μπορεί κανείς να εντοπίσει το καλύτερο αγωνιστικό στοιχείο του παίκτη του καθώς και τα πιθανά επίπεδα αντοχής του.

Η Infosys σε συνεργασία με τη διεθνή ομοσπονδία επαγγελματιών τενιστών δημιούργησε μία εφαρμογή για τους φιλάθλους, την ATP Tour Fan App. Αυτή η εφαρμογή μπορεί να εγκατασταθεί σε όλα τα έξυπνα κινητά ανεξαρτήτως του λογισμικού που διαθέτουν. Οι φίλαθλοι μέσω αυτής της εφαρμογής έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν επίσημα ζωντανά το σκορ του αγώνα, στατιστικά, νέα και βίντεο με μια εξατομικευμένη ροή με αγαπημένους παίκτες και διαδικτυακά τουρνουά ανάμεσα στους φιλάθλους.

Σχεδιασμένο για παίκτες που θέλουν να βελτιώσουν το παιχνίδι τους, αυτή η εφαρμογή χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για να εντοπίσει μοτίβα χρησιμοποιώντας περισσότερες από 1000 παραμέτρους. Η τεχνητή νοημοσύνη δημιουργεί βίντεο κλιπ που παραδίδονται στους παίκτες που συμμετέχουν στο τουρνουά ή στους προπονητές τους για να μελετήσουν το παιχνίδι τους. Είναι ένα πολύτιμο εργαλείο στο στρατηγικό οπλοστάσιό τους, γιατί μπορούν να φιλτράρουν τα βίντεο για να αναλύσουν συγκεκριμένους τομείς του παιχνιδιού, όπως το σερβίς του αντιπάλου όταν αντιμετωπίζουν break points ή πόντοι που κερδίστηκαν με backhand slice. Αυτή η τεχνολογία είναι διαθέσιμη μόνο για παίκτες και προπονητές.

Η Infosys δημιούργησε ένα NAO ρομπότ (Το NAO είναι ένα αυτόνομο, ανθρωποειδές προγραμματιζόμενο ρομπότ) που μπορεί και μιλάει και συγκεκριμένα έχει προγραμματιστεί να μιλάει για τένις. Με τη χρήση αυτού του ρομπότ οι πληροφορίες για το τένις έχουν γίνει πιο διαδραστικές και καθοδηγούν τους φιλάθλους για το πώς να νικήσουν τους κορυφαίους παίκτες τένις στον κόσμο χρησιμοποιώντας δεδομένα σχετικά με τον τρόπο που αγωνίζονται. Το ρομπότ έχει τη δυνατότητα να δείξει στον θεατή τις σωστές διατάσεις όπως και να ποζάρει μαζί τους για selfie.

Επιπλέον δημιούργησε μια εμπειρία HoloLens επαυξημένης πραγματικότητας που παρουσιάζει ένα κατάστημα λιανικής του μέλλοντος με προϊόντα για το τένις. Αυτός ο διαδραστικός τρισδιάστατος χώρος παρέχει εικονικούς πίνακες ελέγχου με ολογραφικές οθόνες θεατής μπορεί να δοκιμάσει διαφορετικά προϊόντα χωρίς να τα δοκιμάσει στην πραγματικότητα - όπως για παράδειγμα να επιλέξει ένα παπούτσι τένις, να αλλάξει τα χρώματα του, να αυξήσει

το μέγεθός του, ακόμη και να αποκτήσει πρόσβαση σε ολόκληρο το απόθεμα καταστήματος -και όλα αυτά είναι δυνατά με την ομιλία και τις χειρονομίες.

Σε συνεργασία με τη SONY η Infosys προσφέρει μία πρωτοποριακή πρώτη παγκοσμίως εμπειρία τένις εικονικής πραγματικότητας που παρέχεται στο PlayStation® VR, μεταφέροντας τους θαυμαστές σε ένα ζωντανό περιβάλλον γηπέδου από όπου κι αν βρίσκονται. Εκτός από τη δημιουργία προβολών 360 μοιρών αγώνων από διαφορετικές οπτικές γωνίες, ενσωματώνει επίσης τις στατιστικές του τένις στις οθόνες, έτσι ώστε οι οπαδοί να μπορούν πραγματικά να κατανοήσουν την επιστήμη πίσω από όλη τη δράση.

Μία άλλη τεχνολογική καινοτομία που εφαρμόστηκε στους αγώνες του Nitto ATP World Tour 2017 είναι η τεχνολογία της δεύτερης οθόνης και η οποία δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Infosys Nia-Artificial Intelligence. Η τεχνολογία επιτρέπει την παρουσίαση πολλών πηγών δεδομένων - διαιτητή καρέκλας, παρακολούθηση παικτών και της μπάλας, καθώς και ιστορικά δεδομένα - σε παίκτες, προπονητές και οπαδούς. Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες βλέπουν την απόδοση των παικτών και των αγώνων, με αποτέλεσμα μια πολύ πιο συναρπαστική εμπειρία.

Δεν είναι μόνο οι κορυφαίοι παίκτες που αγωνίζονται στα τουρνουά ATP World Tour. Οι θεατές μπορούν να δοκιμάσουν την επιδεξιότητά τους συμμετέχοντας στο Stat Smash - την απόλυτη gamification των στατιστικών τένις στο Infosys Fan Zone απαντώντας σε ερωτήσεις γνώσεων βάση του Infosys-Powered ATP Stats Leaderboard, μπορούν να κάνουν επίδειξη των γνώσεων τους για το παιχνίδι ενώ ανακαλύπτουν εκπληκτικά μοτίβα απόδοσης σχετικά με τους καλύτερους τενίστες όλων των εποχών.

Μετατρέποντας οποιαδήποτε επιφάνεια σε γήπεδο τένις επαυξημένης πραγματικότητας, αυτή η εμπειρία προσθέτει μια άλλη διάσταση στο παιχνίδι με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Με ολογραφική εμφάνιση ενός γηπέδου τένις μέσω των κινητών συσκευών, οι θεατές μπορούν επίσης να αλλάξουν την οπτική γωνία του γηπέδου περιστρέφοντας το. Και για

να γίνει πιο ρεαλιστικό, οι οθόνες AR διαθέτουν δεδομένα και πληροφορίες εντός του παιχνιδιού που τροφοδοτούνται από το Infosys ATP Scores & Stats.

Για να τοποθετήσει τους θαυμαστές στο επίκεντρο της εμπειρίας, η Infosys αξιοποίησε το IOT (internet of things) Διαδίκτυο των πραγμάτων για να δημιουργήσει μια συνδεδεμένη εμπειρία σταδίου συνδυάζοντας το αισθητηριακό στοιχείο του ήχου με τα ισχυρά αναλυτικά δεδομένα. Με αυτό τον τρόπο παρακινεί τους θεατές σε έναν πιο ενεργό και διασκεδαστικό ρόλο κατά τη διάρκεια του διαλείμματος των τενιστών. Κατά τη διάρκεια των τελικών Nitto ATP 2018 ο ήχος που δημιουργήθηκε από τους πανηγυρισμούς των θεατών στην αρένα O2 έφτασαν τα 110 ντεσιμπέλ.

Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες εμπειρίες που προσφέρει το Γαλλικό Όπεν στους φιλάθλους μέσα στις εγκαταστάσεις του είναι η εμπειρία του εργαστηρίου RG. Αυτή η «εμπειρία» υπόσχεται στους επισκέπτες μια «σειρά διαδραστικών εφαρμογών τένις». Αφού γίνει η εγγραφή στο γραφείο υποδοχής του RG Lab, μια εφαρμογή για κινητά (MyRG) είναι διαθέσιμη για να βοηθήσει τους επισκέπτες να βρουν το δρόμο τους, να συμβουλευτούν το πρόγραμμα της ημέρας και τα αποτελέσματα, να γνωρίζουν τις ώρες προπόνησης των παικτών, να λαμβάνουν προωθητικές προσφορές κ.λπ. Κατά κάποιο τρόπο, η σύνδεση με την εφαρμογή διευκολύνει την επίσκεψη και την κάνει πιο ευχάριστη. Υπάρχουν προϋποθέσεις για να δημιουργηθεί αυτό που οι Hutchins και Rowe αποκαλούν «εντατικοποίηση της παραγωγής περιεχομένου μέσω, επιτάχυνση της ροής πληροφοριών και επέκταση της δικτυακής ικανότητας επικοινωνίας» (Hutchins & Rowe, 2013). Ο θεατής όταν εισέρχεται στο εργαστήριο RG φοράει γύρω από τον καρπό του ένα βραχιόλι με RFID τεχνολογία. Εκτός από τις πληροφορίες που προσφέρονται μέσα σε αυτό το χώρο, οι επισκέπτες θα είναι σε θέση να βγάλουν selfies, να καταγράψουν τις βαθμολογίες τους από τα παιχνίδια στα οποία συμμετέχουν ή τις απαντήσεις στα κουίζ στα οποία περνούν μέρος. Ταυτόχρονα ενθαρρύνονται από το προσωπικό που υπάρχει στον χώρο να ανεβάζουν τις φωτογραφίες τους, τις βαθμολογίες, τις εμπειρίες κ.λπ. σε πλατφόρμες κοινωνικών μέσων χρησιμοποιώντας το # RG17. Στους τοίχους έχουν μεγάλες οθόνες που προβάλλουν ψηφιδωτές εικόνες οι οποίες εναλλάσσονται και ο

επισκέπτης έχει την ευκαιρία να δει το πορτραίτο του. Μία άλλη δραστηριότητα που προσφέρετε στον επισκέπτη είναι η δυνατότητα συμμετοχής σε συναρπαστικές εφαρμογές όπως το να γίνουν σχολιαστές ενός αγώνα τένις, λήψη φωτογραφιών και απάντηση σε ένα κουίζ στο νέο RG στάδιο ή και ακόμη λήψη δεδομένων για μελλοντική ανάλυση. Οι συλλεγόμενες πληροφορίες θα μπορούσαν να ανακτηθούν στο σπίτι από έναν «εξατομικευμένο» ιστότοπο που συνδέεται με την ετικέτα RFID. Στο εργαστήριο RG, συγκεντρώνονται διάφορες δραστηριότητες - με τη βοήθεια διαφόρων τεχνολογιών: συσκευές εικονικής πραγματικότητας (που χρηματοδοτούνται από την BNP Paribas), Holotennis, μια λύση που αναπτύχθηκε από μια γαλλική εταιρεία τεχνολογίας, την Emissive (σε συνεργασία με την Orange). Επίσης ο επισκέπτης μέσα σε αυτό τον χώρο μπορεί να λάβει πληροφορίες για τις τεχνολογίες που έχουν οι ρακέτες (Babolat) καθώς και τον τρόπο πλεξίματος της. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα στον επισκέπτη να γνωρίσει και να δοκιμάσει και ένα άλλο άθλημα με ρακέτα που λέγεται πάντελ τένις (Pulman, B. 2013).

2.10 Χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης επιτρέπουν στις εταιρείες χορηγίας την ευκαιρία να εκτιμήσουν τη συζήτηση σχετικά με τον χορηγό ως αποτέλεσμα ή / και σε συνδυασμό με την αθλητική εκδήλωση. Καθώς όσοι ασχολούνται με το μάρκετινγκ συνεχίζουν να προσπαθούν να κατανοήσουν τις αντιλήψεις των καταναλωτών σχετικά με τη χορηγία, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι ένα επιπλέον εργαλείο που διατίθεται για την επίτευξη αυτών των σκοπών. Λόγω της μοναδικής προσφοράς των μέσων κοινωνικής δικτύωσης ως διακριτικού ερευνητικού εργαλείου, οι μετρήσεις της φήμης και του συναισθήματος μέσω των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης σχετικά με τη χορηγία είναι πιθανώς ένα άσχετο αλλά σημαντικό μέτρο αποτελεσματικότητας της χορηγίας σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους.

Οι θεατές του αθλητισμού σήμερα, ενώ δεν είναι πάντα σε θέση να συγκεντρώνονται στον ίδιο «φυσικό» χώρο, καταλαμβάνουν ένα μεγάλο «εικονικό» χώρο στο

Διαδίκτυο, σε ιστότοπους κοινωνικής δικτύωσης και μικρό-blogging όπως το Twitter και το Facebook.

Όπως ανακάλυψαν οι διαφημιστές και οι δημοσιογράφοι, οι αθλητικές διοργανώσεις και κατά συνέπεια τα γήπεδα στα οποία διεξάγονται είναι ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους για να τραβήξεις την προσοχή στον σύγχρονο κόσμο. Το θέαμα του αθλητισμού - είτε πρόκειται για ατομικά αθλήματα όπως τένις, είτε για ομαδικά αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο, ή ακόμα και για αθλήματα αντοχής όπως το Tour de France - είναι όλα τους πολύ δημοφιλή αθλήματα με μεγάλη παγκόσμια ακροαματικότητα μετατρέποντας τα σε εξαιρετικές πλατφόρμες για όσους θέλουν να προβληθούν. Χρησιμοποιώντας τη δημοτικότητα του αθλήματος, ως αντάλλαγμα για την οικονομική υποστήριξη που προσφέρουν σε διοργανωτές και παίκτες. Οι διαφημιστές κατάφεραν να μετατρέψουν με επιτυχία τα αθλητικά γεγονότα σε «πλατφόρμα» (Subramanian, 2012).

Η δημοτικότητα των αθλημάτων κέρδισε σημαντικά με την εμφάνιση των κοινωνικών μέσων (Paquin, 2016). Ένας μεγάλος αριθμός εταιρειών βασίζεται στην προσοχή του κοινού για να τροφοδοτήσει την επιχείρησή του, να πουλήσει τα προϊόντα του κ.λπ. Έχουν καταβληθεί πολλές σοβαρές προσπάθειες για να διατηρηθεί αυτή η προσοχή και η τηλεοπτική μετάδοση πρέπει να αντιμετωπίσει έναν ολοένα και πιο έντονο ανταγωνισμό. με κορυφαία κοινωνικά δίκτυα (Facebook, YouTube, Twitter, Instagram κ.λπ.): Όλα τα τουρνουά έχουν μια σελίδα Facebook και έναν λογαριασμό Twitter, τα οποία είναι απαραίτητα για την ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο των φιλάθλων για οποιεσδήποτε πληροφορίες σχετικά με το τουρνουά (κληρώσεις, ζωντανές αναμεταδόσεις, αποτελέσματα, διάφορες εκδηλώσεις κ.α.)

Σύμφωνα με τον (Gantz 2013) τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης διευκολύνουν την αθλητική έκφραση, τον ανταγωνισμό, την προσοχή, διασκέδαση και συνδεσιμότητα. Είναι πιθανό να συμπληρώσουν τις πρωταρχικές σχέσεις, να ενισχύσουν την αίσθηση της κοινωνικής αξίας, να ενισχύσουν τη δέσμευση κάποιου για τον αθλητισμό και να συμβάλουν στην αίσθηση ότι είναι μέρος μιας ουσιαστικής κοινότητας. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης συμβάλλουν σημαντικά στην προώθηση των τουρνουά, των προϊόντων καθώς και των ίδιων των αθλητών

μέσω των αναρτήσεων τους. Όλα γίνονται για να κάνουν την εμπειρία μέσα στο γήπεδο καθώς και έξω από αυτό, μοναδική. Οι αναρτήσεις των επαγγελματιών αθλητών επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την γνώμη των θαυμαστών τους. Το μεγαλύτερο ποσοστό των αναρτήσεων τους σχετίζεται με:

- την προπόνηση τους και την προετοιμασία τους για τα τουρνουά
- σχόλια σχετικά με το τουρνουά που λαμβάνουν μέρος καθώς και για τους αγώνες τους
- αναρτήσεις που αφορούν τους χορηγούς τους
- προώθηση διαφορετών προϊόντων
- στιγμές από την προσωπική τους ζωή και φωτογραφίες.

Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι χώροι επιχειρήσεων και ανάπτυξης εμπορικών σημάτων. Για τους άνδρες παίκτες, το 11% των αναρτημένων μηνυμάτων συνδέονται με τις μάρκες που αντιπροσωπεύουν (16% για τις γυναίκες). Αυτά τα αποτελέσματα είναι συνεπή με εκείνα των (Lebel and Danylchuk 2012), τα οποία δείχνουν ότι ενώ η δημιουργία της εικόνας ενός αθλητή βρέθηκε να είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοια μεταξύ των φύλων, οι άνδρες αθλητές βρέθηκαν να περνούν περισσότερο χρόνο στο ρόλο του φιλάθλου, ενώ οι γυναίκες αθλητές πέρασαν περισσότερο χρόνο στη προώθηση των προϊόντων. Ένα από τα τέσσερα μηνύματα (ισοδύναμη αναλογία για άνδρες και γυναίκες παίκτες) συνδέεται ειδικά με το παιχνίδι (προπόνηση και προετοιμασία, αγώνες, αναφορές στο τουρνουά) ενώ τα υπόλοιπα σχετίζονται με τα προϊόντα των χορηγών τους. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές αλληλεπιδρούν με επιχειρήσεις και μάρκες. Εκτός από την ενίσχυση της προβολής τους μέσω των ιστοσελίδων και την επέκταση της προσέγγισής τους μεταξύ των χρηστών του Διαδικτύου, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν γίνει μια αξιόπιστη πηγή για τη λήψη (επίσημων και ανεπίσημων) σχολίων των καταναλωτών και της δημόσιας αντίδρασης στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας τους και τα βασικά προϊόντα αυτών των επιχειρήσεων και εμπορικών σημάτων (Gu and Ye, 2014). Ως εκ τούτου, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν γίνει εξαιρετικά δημοφιλή ως μέσο επικοινωνίας μάρκετινγκ (Yadav and Rahman, 2017).

Η αθλητική βιομηχανία - λόγω του υψηλού προφίλ, της προβολής και της συναισθηματικής εμπλοκής των θαυμαστών, αθλητών, επαγγελματιών του κλάδου και των πελατών - προσφέρει μια εξαιρετική πλατφόρμα για τη διερεύνηση της συμβολής των μέσων κοινωνικής δικτύωσης στην επιτυχία της προώθησης προϊόντων. Ο Filo et al. (2015) ρίχνει φως στην αξία των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης στον τομέα του αθλητισμού, ιδιαίτερα από την προοπτική της μάρκας. Καθώς οι αθλητικοί οργανισμοί γίνονται πιο ανταγωνιστικοί και οι καταναλωτές γίνονται πιο απαιτητικοί για περιεχόμενο και ψυχαγωγία υψηλότερης ποιότητας, αυξάνεται η πίεση για να επικεντρωθούν σε μια στρατηγική με επίκεντρο τον καταναλωτή προσφέροντας του υπηρεσίες υψηλής ποιότητας. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν μετατραπεί σε έναν από τους κύριους μοχλούς για να παρακινήσουν οι διοργανωτές των τουρνουά τους οπαδούς να αγοράσουν εισιτήρια αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τα έσοδα τους (Chmait et al., 2019).

Εκτός από την αύξηση της ζήτησης για αγορά εισιτηρίων και τηλεοπτική μετάδοση των τουρνουά, οι κορυφαίοι παίκτες ενεργούν ως πρεσβευτές της αντισφαίρισης και γίνονται η αφορμή για να ασχοληθούν περισσότερα άτομα με το άθλημα ερασιτεχνικά ή και επαγγελματικά. Το τελευταίο έχει επίσης οικονομικά οφέλη, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερα έσοδα από την αυξημένη ζήτηση στα τένις κλαμπ μέσω νέων εγγραφών ή συνδρομές μελών. Επιπλέον, ορισμένες παρατηρήσεις συσχετίζουν τις αυξημένες πωλήσεις προϊόντων και άλλων αθλητικών ειδών σε κορυφαίους αθλητές που προωθούν τέτοια προϊόντα σε εκστρατείες μάρκετινγκ (Williams, 2018). Τελευταίο αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, οι κορυφαίοι παίκτες τείνουν επίσης να κερδίζουν πολύ περισσότερα από τις χορηγίες από το χρηματικό έπαθλο (Badenhausen, 2018), πράγμα που σημαίνει ότι η δυνατότητα αναγνώρισης ταλαντούχων παικτών που θα μπορούσαν να έχουν μεγάλη επιρροή στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αποτελεί μια εμπορική ευκαιρία για τη διαχείριση παικτών από τις εταιρείες. Πρόσφατες μελέτες που διερεύνησαν την αξία των παικτών του τένις έδειξαν ότι η φήμη τους μπορεί να έχει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στη ζήτηση των καταναλωτών τόσο για τη φυσική τους παρουσία στα τουρνουά (πωλήσεις εισιτηρίων) όσο και για την τηλεθέαση και την πώληση των τηλεοπτικών δικαιωμάτων (Chmait et al., 2019; Konjer et al., 2017). Οι καταναλωτές-φίλαθλοι ακλουθούν

τους αγαπημένους τους τενίστες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (Instagram, Twitter) και οι χορηγοί εκμεταλλεύονται αυτό το γεγονός για να πουλήσουν τα προϊόντα τους μέσω των αναρτήσεων των αθλητών. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η κατανόηση του ρόλου των αθλητών στην εμπλοκή τους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ενισχύεται καθώς η επόμενη γενιά αθλητικών καταναλωτών ευνοεί πλέον τις πλατφόρμες ψηφιακών και κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης ως κύρια πηγή κατανάλωσης αθλητισμού (Media Chain, 2019, 2019).

Επιπλέον, η αξιολόγηση της επίδρασης των καλύτερων τενιστών στο επίπεδο αφοσίωσης των φιλάθλων μπορεί να βοηθήσει στην ενημέρωση (και τη βελτιστοποίηση) επιχειρηματικών αποφάσεων που σχετίζονται με τον προγραμματισμό και τον τρόπο προώθησης των τουρνουά τένις, όπως και την πώληση του εξοπλισμού (ρακέτες, ένδυση) των παικτών. Πρόσφατη έρευνα στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης στον αθλητισμό εξέτασε επίσης τη χρήση του καθώς οι καταναλωτές παρακολουθούν ταυτόχρονα ζωντανές αθλητικές εκπομπές στο διαδίκτυο, ένα φαινόμενο που αναφέρεται ως η δέσμευση καταναλωτών σε δεύτερη οθόνη (Phonthanukitithaworn C., Sellitto C., 2017). Οι συγγραφείς δείχνουν ότι η συμπεριφορά των καταναλωτών αθλητισμού που χρησιμοποιούν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ως δεύτερη οθόνη συνδέεται με την αυξημένη χρήση των κοινωνικών πλατφορμών για να κάνουν αγορές, να κάνουν προτάσεις και να μάθουν περισσότερα για τους χορηγούς. Αυτό υπογραμμίζει τις δυνατότητες των κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης να οδηγήσουν τελικά σε υψηλότερα έσοδα για αθλητικούς οργανισμούς και να τους βοηθήσουν να προσελκύσουν εταιρικούς συνεργάτες. Οι Hwang Y., Lim S. (2015) διερεύνησαν επίσης τη δραστηριότητα της δεύτερης οθόνης και αναγνώρισαν την «ευκολία, ενθουσιασμό και πληροφορίες» ως τα τρία κύρια κίνητρα αφοσίωσης για τη χρήση της κοινωνικής τηλεόρασης κατά τη διάρκεια ενός αθλητικού γεγονότος. Επιπλέον, ο Mudrick et al. (2016) έδειξε ότι υπάρχει θετική σχέση μεταξύ της χρήσης των κοινωνικών μέσων για την αθλητή να εκφραστεί όπως και της ισχυρής αναγνώρισης ομάδας / αθλητών και απέδειξε ότι οι πλατφόρμες κοινωνικών μέσων είναι αποτελεσματικά εργαλεία για τη διατήρηση της συμπεριφοράς των θαυμαστών με την αθλητική κατανάλωση.

Η προσέλκυση θαυμαστών είναι υψίστης σημασίας για τους επαγγελματικούς αθλητικούς οργανισμούς, καθώς ένα σημαντικό μερίδιο των εσόδων τους εξαρτάται από τη

ζήτηση των καταναλωτών και την ικανοποίηση με τα προϊόντα τους. Όπως έχει γίνει πλέον σαφές, οι οπαδοί μπορούν να ασχοληθούν με το άθλημα με πολλούς τρόπους, όπως για παράδειγμα παίζοντας σπορ, παρακολουθώντας από κοντά ένα τουρνουά, παρακολουθώντας αγώνες σε ζωντανή αναμετάδοση ή στα ψηφιακά μέσα ή αλληλεπιδρώντας με το αγαπημένο τους άθλημα και τους παίκτες στα κοινωνικά μέσα (πλατφόρμες). Με τον διαρκώς αυξανόμενο ανταγωνισμό μεταξύ αθλητικών οργανώσεων και τις προσπάθειές τους να αυξήσουν την αξία των δικαιωμάτων μετάδοσης τους, η κατανόηση της επιρροής των παικτών στα βασικά προϊόντα που παραδίδονται από τέτοιους αθλητικούς οργανισμούς (από τουρνουά, την τηλεόραση και τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης) μπορεί να είναι εξαιρετικά επικερδής για τους αθλητικούς μάνατζερ, τους εμπόρους και τα μέσα ενημέρωσης γενικά. Ενώ η βιβλιογραφία προσφέρει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της επίδρασης των παικτών τόσο στη ζήτηση για συμμετοχή στο γήπεδο όσο και στην τηλεοπτική κατανάλωση, η εξέταση της συνιστώσας των κοινωνικών μέσων παραμένει δυσανάλογα χαμηλή (Chmait, N., Robertson, S., Westerbeek, H., Eime, R., Sellitto, C., Reid, M., 2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Το τένις είναι ένα κλασικό και ιστορικό άθλημα που προσπαθεί να συμβαδίσει με τις τεχνολογικές εξελίξεις της σύγχρονης εποχής τρόπος που παίζεται το τένις έχει αλλάξει μέσα στο πέρασμα του χρόνου. Το τένις είναι ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα με αποτέλεσμα να έλκει τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και να αποτελεί μία πλατφόρμα για τις εταιρίες που θέλουν να διαφημιστούν και να προωθήσουν τα προϊόντα τους. Το τένις παρόλο που είναι ένα ατομικό άθλημα που απαιτεί από τον αθλητή ψυχικά, πνευματικά και σωματικά αποθέματα. Παρόλα αυτά πίσω από τον τενίστα υπάρχει μία ομάδα επαγγελματιών (διατροφολόγος, προπονητής, μάνατζερ, φυσιοθεραπευτής) που τον στηρίζουν και τον βοηθούν στην εξέλιξη του. Λειτουργώντας ως διαμεσολαβητής από τον αγώνα μέχρι τη μετάδοση του και την αλληλεπίδραση των θαυμαστών, έχει γίνει - όπως τα περισσότερα πράγματα στο υψηλότερο επίπεδο - ένα πολυκεντρικό γεγονός. Σε αυτή την πτυχιακή, έγινε μία ανάλυση της ανάμειξης του τένις και της τεχνολογίας και μια ανάλυση διαφόρων άλλων τεχνολογικών εξελίξεων στο άθλημα.

Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω η αντισφαίριση είναι ένα άθλημα με ισχυρή ιστορία παράδοσης και ορισμένη υπερηφάνεια για την υπεράσπιση αυτών των παραδόσεων και έχει προσπαθήσει να αντισταθεί και ίσως να επιβραδύνει, σε κάποιο βαθμό, τις τεχνολογικές εισροές. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της αναλογικής επιμονής είναι ότι στο Wimbledon και στο Γαλλικό Οπεν υπάρχει ακόμη ένα εμφανές ταμπλό με την κλήρωση του τουρνουά στην είσοδο και το οποίο ενημερώνεται μετά από κάθε αγώνα από έναν υπάλληλο του τουρνουά χειροκίνητα τοποθετώντας μαγνητικά ταμπελάκια με το όνομα του νικητή. Το τένις είναι ένα πολύπλοκο παιχνίδι - τόσο σωματικά όσο και ψυχολογικά, καθώς και τακτικά και στρατηγικά.

Δεδομένης της εισροής των μέσων κοινωνικής δικτύωσης στον τρόπο προβολής, συζήτησης, ανάλυσης και αλληλεπίδρασης του παιχνιδιού (στο Twitter, στο Instagram, στις

διαδικτυακές μεταδόσεις αγώνων σε πραγματικό χρόνο ή ακόμη και των εκδηλώσεων που λαμβάνουν χώρα μέσα στις εγκαταστάσεις κατά τη διάρκεια του τουρνουά καθίσταται σημαντικό να κατανοηθεί η επίδραση που έχουν τέτοιες τεχνολογίες στη διαμόρφωση της σχέσης του φιλάθλου με τους παίκτες, τους αγώνες, τα τουρνουά και μάλιστα με το ίδιο το άθλημα. Οι σύγχρονες αθλητικές ταυτότητες - είτε πρόκειται για τον παίκτη ως πόλο έλξης χορηγών και φιλάθλων είτε για τουρνουά Grand Slam που προσπαθεί κάθε χρόνο να αυξήσει τον αριθμό των θεατών – όλα υπόκεινται στις ίδιες αντιθέσεις/παραλλαγές που απασχολούν την αγορά καθώς αυτή βασίζεται στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Είναι σαφές ότι το επαγγελματικό τένις είναι ένα οικοδόμημα τεχνολογικών εμπειριών τόσο για τον αθλητή όσο και για τον φίλαθλο. Η κοινωνική ζωή του παίκτη έχει γίνει εξίσου σημαντική με την αγωνιστική του επίδοση μέσα στο γήπεδο. Είναι αυτή η ανάμειξη της ζωής μέσα και έξω από το γήπεδο, διανθισμένη με στιγμιότυπα από την προπόνηση, δοκιμές ρακετών, τις τελευταίες εξελίξεις στην τεχνολογία των παπουτσιών και τα αδιάκοπα tweets των διοργανωτών, των θαυμαστών, των αθλητικών κυρίως εταιριών και των παικτών που κάνουν το τένις αυτό που είναι. Καθώς τα όρια της τεχνολογίας και της ζωής θολώνουν στην πραγματική ζωή, το ίδιο συμβαίνει και με το τένις.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ετερογενή στοιχεία που έχουμε συζητήσει σε αυτό το άρθρο, φαίνεται ότι υπάρχει επείγουσα ανάγκη να εξεταστεί πιο προσεκτικά ο ρόλος των οργανωτικών φορέων στο παιχνίδι που καθορίζουν τους κανόνες και τις προδιαγραφές του παιχνιδιού και στην υιοθέτηση περισσότερων νέων τεχνολογιών που θα συμβάλουν στην περαιτέρω εξέλιξη του αθλήματος. Επιπλέον ένα άλλο θέμα για μελλοντική έρευνα είναι η σχέση ανάμεσα στη ρακέτα και σε τραυματισμούς όπως είναι η επικονδυλίτιδα. Παρόλο που οι κατασκευαστές ρακετών έχουν επίγνωση του προβλήματος και σχεδιάζουν ρακέτες φιλικές ως προς το χέρι του αθλητή πολύ λίγα είναι γνωστά σχετικά με το τι πραγματικά προκαλεί αυτού του είδους τραυματισμούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Allen, T., Choppin, S., & Knudson, D. (2015). A review of tennis racket performance parameters. *Sports Engineering*
2. Allen, T.B., Haake, S.J., & Goodwill, S.R. (2010). Centre for Sport and Exercise Science, Sheffield Hallam University.
3. Arthur C (1992), ‘Anyone for slower tennis’; *New Scientist*
4. Ball Tracking and Virtual Replays for Innovative Tennis Broadcasts Gopal Pingali, Agata Opalach, Yves Jean Visual Communications Research Bell Laboratories, Lucent Technologies, 2020
5. Balsamo, A. (1995). Forms of technological embodiment. *Body & Society*
6. Beercheck R C (1991), ‘Sporting goods win with high-tech materials’
7. Berglin, L. (2013). Smart textiles and wearable technology—a study of smart textiles in fashion and clothing. A report within the Baltic Fashion Project, published by the Swedish Schools of Textiles, University of Boras
8. Berzowska, J. (2007). Soft computation through conductive textiles. XS Labs. Retrieved May 31, 2016, from <http://www.xslabs.net/papers/ifti07-berzowska-AQ.pdf>.
9. Bijker, W. E., Hughes, T. P., & Pinch, T. J. (1987). *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA and London: MIT Press.
10. Bodig J and Jayne B A (1982), ‘Mechanics of Wood and Wood Composites’
11. Brody H (1995), ‘How Would a Physicist Design a Tennis Racket’
12. Brody H (1995), ‘Tennis science for tennis players’,
13. Brody H. An overview of racket technology. In: Haake S, Coe A, eds. *Tennis science and technology*. London: International Tennis Federation, 2000:43–8.
14. Brody H. An overview of racket technology. In: Haake S, Coe A, eds. *Tennis science and technology*. London: International Tennis Federation, 2000

15. Brody H. An overview of racket technology. Tennis science and technology. London: International Tennis Federation, 2000
16. Brody H. The physics of tennis. III. The ball racket interaction. Am J Phys 1997
17. Brody H. Vibration damping in tennis rackets. International Journal of Sports Biomechanics 1989
18. Büthe, L.; Blanke, U.; Capkevics, H.; Tröster, G. A Wearable Sensing System for Timing Analysis in Tennis, 2016
19. Cabrilo, S., & Dahms, S. (2018). How strategic knowledge management drives intellectual capital to superior innovation and market performance. Journal of Knowledge Management. (In Press).
20. Clarke James et.al. The influence of surface characteristics on the tribological interactions at the shoe-surface interface in tennis, 2012
21. Collins, H., & Evans R. (2008). You cannot be serious! Public understanding of technology with special reference to “Hawk-Eye.” Public Understanding of Science, 17(3), 283–308.
22. Collins, H., & Evans R. (2008). You cannot be serious! Public understanding of technology with special reference to “Hawk-Eye.” Public Understanding of Science
23. Collins, K. (2014). This Ralph Lauren shirt sends biometric data to your phone.
24. Cooper, R. A., Robertson, R. N., Van Sickle, D. P, Boninger, M. L, & Shimada, S. D (1997). Methods for determining three dimensional wheelchair pushrim forces and moments technical note. Journal of Rehabilitation Research and Development, 34, 162–170.
25. Coutts, A.J. Working Fast and Working Slow: The Benefits of Embedding Research in High-Performance Sport. 2016
26. Cust, E.E.; Sweeting, A.J.; Ball, K.; Robertson, S. Machine and Deep Learning for Sport-Specific Movement Recognition: A Systematic Review of Model Development and Performance, 2019
27. Daniel Isaac, Ishai Ori Engineering mechanics of composite materials, 2006

28. Das, S. C., & Chowdhury, N. (2014). Smart textiles: New possibilities in textile engineering. *Journal of Polymer and Textile Engineering*
29. Djokovic, N. (2014). *Serve to win: The 14-day gluten-free plan for physical and mental excellence*. London: Corgi.
30. Fédération Française de Tennis. (2018). Statistiques à l'issue de l'année sportive [Statistics at the end of the sports year]. http://www.fft.fr/sites/default/files/pdf/statistiques_fin_2018.pdf
31. Fernández-García, A.; Torres-Luque, G. *Intelligent Devices for Tennis Rackets.*, 2018
32. Fillmore, I., & Hall, J. D. (2017). Technological Change and Obsolete Skills: Evidence from Men's Professional Tennis
33. Fister, I.; Fister, D. Design and Implementation of an Artificial Sports Trainer. In *Computational Intelligence in Sports. Adaptation, Learning, and Optimization*, 2019
34. Frederick, E.C., Kinematically Mediated Effects of Sport Shoe Design: A Review. *Journal of Sports Sciences*, 1986.
35. Fuller Linda, Routledge Handbook of Tennis History, Culture and Politics, 2019
36. Gaddis, R. (2014, May 7). What is the future of fabric? These smart textiles will blow your mind. *Forbes*. Retrieved June 12, 2015, from www.forbes.com/sites/#/sites/forbesstylefle/2014/05/07/what-is-the-future-of-fabric-these-smart-textiles-will-blow-your-mind/.
37. Goodwill SR, Chin SB, Haake SJ. Wind tunnel testing of spinning and non-spinning tennis balls. *J Wind Eng Ind Aero* 2004;92:935–58
38. Gopal Pingali, Agata Opalach, Yves Jean Ball Tracking and Virtual Replays for Innovative Tennis Broadcasts, 2000
39. Green, S., & Irwin, P. (2016). Hawk-eye innovations
40. H. Lammer & J. Kotze, *Materials and Tennis: Rackets HEAD SPORT AG* 29 June 2004
41. Haake SJ, Rose P, Kotze J. In: Haake SJ, Coe A, eds. *Tennis science and technology*. Oxford: Blackwell Science, 2000:269–76.

42. Haake SJ, Rose P, Kotze J. Tennis science and technology., 2000
43. Hawk Eye: A Logical Innovative Technology Use in Sports for Effective Decision Making
Baljinder SINGH BAL Gaurav DUREJA, April 2012, Sport Science Review XXI(1-2)
44. Heinrich, A. (2016). Teslasuit offers full-body haptics to VR users. Retrieved February 5, 2016, from <http://www.gizmag.com/teslasuit-full-body-virtual-reality-stimulation/41206/>
45. <http://www.foxtenn.com/in&out>
46. <https://inout.tennis/en/index.htm>
47. <https://playsight.com/>
48. <https://sportsmatik.com/sports-corner/sports-technology/carbon-fibre-wheelchair>
49. <https://sportstechnologyblog.com/2019/03/23/a-review-of-smart-tennis-sensors/>
50. <https://sportstechnologyblog.com/2020/09/07/an-overview-of-smart-tennis-courts-2020/>
51. <https://sportstechnologyblog.com/2020/09/07/an-overview-of-smart-tennis-courts-2020/>
52. <https://swing.tennis/>
53. <https://wingfield.io/>
54. <https://www.accutennis.com/>
55. <https://www.baselinevision.com/>
56. <https://www.eyes3.com/>
57. <https://www.hawkeyeinnovations.com/products/digital>
58. <https://www.mojjo.io/#top>
59. <https://www.satara.com/bulletin/article.php?id=1037>
60. <https://www.tennisexpress.com/info/adidas-apparel-technologies>
61. <https://www.tennisexpress.com/info/adidas-tennis-shoe-technologies>
62. <https://www.tennisexpress.com/info/apparel-technology>
63. <https://www.tennisexpress.com/info/asics-tennis-shoe-technologies>
64. <https://www.tennisexpress.com/info/babolat-racquet-technology>
65. <https://www.tennisexpress.com/info/head-racquet-technology>
66. <https://www.tennisexpress.com/info/nike-apparel-technologies>
67. <https://www.tennisexpress.com/info/nike-tennis-shoe-technologies>

68. <https://www.tennisexpress.com/info/wilson-racquet-technologies>
69. <https://zenniz.com/>
70. Hulin, B.; Johnston, R.D. Wearable Microtechnology Can Accurately Identify Collision Events during Professional Rugby League Match-Play.2016
71. Hunt, D.P.L.; Tudor, D. The Role of Classification in the Development of Wearable Coaching Devices., 2016
72. Hutchins, B., & Rowe, D. (2013).eds. Digital media sport: Technology, power and culture in the network society. Routledge.
73. International Tennis Federation. Rules of tennis 2005
74. International Tennis Federation. Rules of tennis 2005. Roehampton: International Tennis Federation, 2005.
75. Ivan Leutar, Jure Vrdoljak and Zdravka Leutar, Wheelchair Tennis and Its Impact on People with Physical Disabilities, Journal of Physical Medicine Rehabilitation & Disabilities, 2017
76. Johnson, L. (2019). ATP top 100 rankings by country. <http://www.tennis-x.com/ranking-stats/atpcountry.php>
77. Joinson, A. N., & Piwek, L. (2013). Technology and behaviour change: for good and evil.
78. José María Giménez-Egido, Enrique Ortega, Isidro Verdu-Conesa 2, Antonio Cejudo and Gema Torres-Luque 3, Using Smart Sensors to Monitor Physical Activity and Technical–Tactical Actions in Junior Tennis Players, 2020
79. Justin Z. Laferrier, Ian Rice, Jon pearlman, Michelle L. Sporer, Rosi Cooper, Tanya Liu & Rory A. Cooper, Technology to improve sports performance in wheelchair sports,2012
80. Keaney, E.M.; Reid, M. Quantifying Hitting Activity in Tennis with Racket Sensors: New Dawn or False Dawn?,2018
81. Kelly, K. (2012). The history and future of QS [video fle]. Retrieved May 02, 2017, from <http://quantifiedself.com/2012/10/ kevin-kelly-on-the-history-and-future-of-qs/>.
82. Kim, D., & Ko, Y. J. (2019). The impact of virtual reality (VR) technology on sport spectators’flow experience and satisfaction. Computers in Human Behavior, 93,346–356.

83. Kim, T., Chiu, W., & Chow, K. (2019). Sport technology consumers: Segmenting users of sports wearable devices based on technology readiness. *Sport, Business and Management*, 9(2), 134–145.
84. Knudson D. Biomechanical research into tennis elbow. Proceedings of ISEA. ISEA, 2004.
85. Koontz, A. M., Roche, B. M., Collinger, J. L., Cooper, R. A., & Boninger, M. L. (2009). Manual wheelchair propulsion patterns on natural surfaces during start-up propulsion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 1916–1923.
86. Kooser, A. (2014). Ralph Lauren biometric smart shirt debuts at US Open.
87. Kos, M.; Ženko, J.; Vlaj, D.; Kramberger, I. Tennis Stroke Detection and Classification Using Miniature Wearable IMU Device. 2016
88. Laferrier, Justin & Rice, Ian & Pearlman, Jon & Schein, Michelle & Cooper, Rosi & Liu, Tanya & Cooper, Rory. (2012). Technology to improve sports performance in wheelchair sports. *Sports Technology*. 5. 1-16. 10.1080/19346182.2012.663531.
89. Lammer H., Kotze J. (2004) Materials and Tennis: Rackets
90. Liebermann, D. G., Katz, L., Hughes, M. D., Bartlett, R. M., Mc Clements, J., & Franks, I. M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 755–769.
91. Loland, S. (2002). Technology in sport: Three ideal-typical views and their implications. *European Journal of Sport Science*, 2(1), 1–11.
92. MacLeish, M.S., Cooper, R.A., Harralson, J., Ster III, J.F., Design of a composite monocoque frame racing wheelchair, 1993
93. Mallen, C. (2019). *Emerging technologies in Sport: Implications for sport management*. Routledge
94. Manning, E. (2007). *Politics of touch: Sense, movement, sovereignty*. Minneapolis: University of Minneapolis Press.
95. Mason, B. S., Porcellato, L., Woude, van der, L. H. V, & GooseyTolfrey, V. L. (2010). A qualitative examination of wheelchair configuration for optimal mobility performance in

- wheelchair sports: A pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42, 141–149. doi: 10.2340/16501977-0490.
96. Mason, B. S., Woude, van der, L. H. V., Groot, deS, & GooseyTolfrey, V. L. (2011). Effects of camber on the ergonomics of propulsion in wheelchair athletes. *Medicine and Science in Sports and Science*, 43, 319–326.
 97. Miah, A. (2000). “New balls please”: Tennis, technology, and the changing game. In S. Haake & A. O. Coe (Eds.), *Tennis, science, & technology* (pp. 285–292). Blackwell Science.
 98. Miah, A. (2000). “New balls please”: Tennis, technology, and the changing game. In S. Haake & A. O. Coe (Eds.), *Tennis, science, & technology*
 99. Miller S Modern tennis rackets, balls, and surfaces *British Journal of Sports Medicine* 2006
 100. Miller S, Cross R. Equipment and advanced performance. In: Elliott B, Reid M, Crespo M, eds. *Biomechanics of advanced tennis*. Roehampton: The International Tennis Federation, 2003:179–200.
 101. Miller S, Messner S. On the dynamic coefficient of restitution of tennis balls. In: Miller S, eds. *Tennis science and technology 2*. Toronto: Webcom, 2003:97–104.
 102. Miller S, Messner S. On the dynamic coefficient of restitution of tennis balls. (2003)
 103. Misevich KW, Cavanagh PR. Material aspects of modelling shoe/foot interaction. In Frederick EC, eds. *Sports shoes and playing surfaces*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1984
 104. Mitchell SR, Jones R, King M. Head speed vs. racquet inertia in the tennis serve. *Sports Engineering* 2000;3:99–110
 105. Mitchell SR, Jones R, King M. Head speed vs. racquet inertia in the tennis serve. *Sports Engineering* 2000
 106. Mitchell, K. (2014). *Break point: The inside story of modern tennis*. London: John Murray Publishers.
 107. Nicolella, D.P.; Torres-Ronda, L.; Saylor, K.J.; Schelling, X. *Validity and Reliability of an Accelerometer-Based Player Tracking Device.*, 2018

108. Nigg B. Impact forces and movement control: two new paradigms. In: Lamontagne M, eds. ISBS XXII Proceedings. Ottawa: University of Ottawa, 2004.
109. Nigg, B.M. and B. Segesser, The Influence of Playing Surfaces on the Load on the Locomotor System and on Football and Tennis Injuries. Sports Medicine, 1988.
110. Ozdemir Ozan, Odabas Hatice Ilhan, Turan Turgay Impact of Racquet Evolution: How New Technologies Affected Tennis Players' Statistics?, 2019
111. Pingali, G., Opalach, A., Jean, Y., & Carlborn, I. (2001). Visualization of sports using motion trajectories: Providing insights into performance, style and strategy. Proceedings of the conference on Visualization
112. Pino-Ortega, J.; Rojas-Valverde, D.; Gómez-Carmona, C.D.; Bastida-Castillo, A.; Hernández-Belmonte, A.; García-Rubio, J.; Nakamura, F.Y.; Ibáñez, S.J. Impact of Contextual Factors on External Load During a Congested-Fixture Tournament in Elite U'18 Basketball Players. 2019
113. Pluim B, Safran M. From breakpoint to advantage: a practical guide to optimal tennis health and performance. Solana Beach, CA: USRSA, 2004.
114. Redhead, S. (2007). Those absent from the stadium are always right: Accelerated culture, sport media, and theory at the speed of light. Journal of Sport and Social Issues, 31(3), 226–241.
115. Reinschmidt, C. and B.M. Nigg, Current issues in the design of running and court shoes. Sportverletzung-Sportschaden, 2000.
116. Robbins Se, Hanna Am. Running-related injury prevention through barefoot adaptations. 1987
117. Rory A. Cooper PhD et. al. Engineering and Technology in Wheelchair Sport, 2018
118. Rory A. Cooper, PhD Wheelchair racing sports science: A review, 1990
119. Rory A. Cooper, PhD, Arthur Jason De Luigi, Adaptive Sports Technology and Biomechanics: Wheelchairs, 2014
120. Rory A. Cooper, PhD, Arthur Jason De Luigi, DO, Adaptive Sports Technology and Biomechanics: Wheelchairs, 2014

121. Roy, J. L., Menear, K. S., Schmid, M. M., Hunter, G. R., & Malone, L. A. (2006). Physiological responses of skilled players during a competitive wheelchair tennis match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 665–671.
122. Sindall Paul, Lendon John Wheelchair Tennis Match-Play Demands: Effect of Player Rank and Result, 2014
123. Subramanian Vidya, Marianne Noel and Harmony Paquin, Tweet, Set, Match: Negotiating the Boundaries of Digital Technologies in Elite Tennis
124. Subramanian, V. (2016). Information communication technologies and the politics of speed: a case study of the Indian Premier League (IPL)
125. Swan, M. (2013). The quantified self: Fundamental disruption in big data science and biological discovery. *Big Data*, 1(2), 85–99.
126. Szymanski, M., Wolfe, R., Danis, W., Lee, F., & Vy, M. (2020). Sport and international management: Exploring research synergy. *Thunderbird International Business Review* (In Press)
127. Tara Chittenden (2017) Skin in the game: the use of sensing smart fabrics in tennis costume as a means of analyzing performance
128. Tierney, P.; Clarke, N. A Comparison of a Smartphone App with Other GPS Tracking Type Devices Employed in Football.,2018
129. Trabal, P. (2008). Resistance to technological innovation in elite sport. *International Review for the Sociology of Sport*, 43(3), 313–330.
130. Valesco JV, Fuentes JP (2015) Review of sport science research specialized on wheelchair tennis 65: 14-15.
131. Vanessa Ratten (2020) Sport technology: A commentary
132. Vanlandewijck, Y., Theisen, D., & Daly, D. (2001). Wheelchair propulsion biomechanics: Implications for wheelchair sports. *Sports Medicine*, 31, 339–367.
133. Wenlong Li. Hawkeye technology in the application of high level tennis tournament study, 2009

134. Whiteside, D.; Cant, O.; Connolly, M.; Reid, M. Monitoring Hitting Load in Tennis Using Inertial Sensors and Machine Learning. 2017
135. www.atptour.com
136. www.foxtenn.com/academies
137. www.infosys.com
138. www.sportsmatik.com/sports-corner/sports-technology/carbon-fibre-wheelchair
139. www.wilson.com
140. Yan Baodong Hawkeye technology using tennis match, 2014
141. Yang, Y., Chuang, M., Lou, S., & Wang, J. (2010). Thick-film textile-based amperometric sensors and biosensors. *Analyst*, 135(6), 1230
142. Zhou Huan. Tennis hawkeye technology applied in line study, 2013