

ΕΦΑΡΜΟΓΗ CAD/CAM ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ 4.0 ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Λέξεις-κλειδιά: CAD, Υγεία, Ογκομετρικό CAD, χειρουργικός οδηγός, Βιομηχανία 4.0

Ιστορικό στη Μελέτη Περίπτωσης

Το CAD/CAM (Σχεδιασμός με τη βοήθεια υπολογιστή/ Κατασκευή με τη βοήθεια υπολογιστή) είναι η χρήση λογισμικού υπολογιστή για το σχεδιασμό και την κατασκευή πρωτοτύπων, προϊόντων και σειρές παραγωγής. Το CAD/CAM είναι μια βασική τεχνολογία εφαρμογής Βιομηχανίας 4.0 στις ΜΜΕ που ειδικεύονται στην ανάπτυξη και κατασκευή προϊόντων. Αντιπροσωπεύει ένα βασικό μέρος της ροής δεδομένων που ξεκινά με την εισαγωγή από τους πελάτες και τελειώνει με το τελικό προϊόν ή υπηρεσία.

Υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη για υπηρεσίες ταχείας ανάπτυξης προϊόντων στον τομέα της υγείας, προκειμένου να παρέχονται σε γιατρούς και ασθενείς χειρουργικοί οδηγοί και προσαρμοσμένα εμφυτεύματα. Οι ΜΜΕ μπορούν να τα παραδώσουν με γρήγορο και οικονομικά αποδοτικό τρόπο εκμεταλλευόμενες τις εξελίξεις στο CAD, την ταχεία κατασκευή και τα βιοσυμβατά υλικά.

Το ογκομετρικό CAD βασίζεται σε ογκομετρικά εικονοστοιχεία που κολλάνε μεταξύ τους για να δημιουργήσουν μια συμπαγή μάζα και μπορούν να σμιλευτούν όπως ο πηλός ή το κερί. Κατά συνέπεια, αυτός ο τύπος λογισμικού CAD δίνει στους σχεδιαστές ταχύτητα και ελευθερία σχεδίασης με πολύπλοκα, οργανικά διαμορφωμένα αντικείμενα.

Αυτή η μελέτη περίπτωσης παρουσιάζει μια ΜΜΕ που αξιοποιεί το ογκομετρικό CAD προκειμένου να παρέχει προηγμένες υπηρεσίες σχεδιασμού προϊόντων στην υγειονομική περίθαλψη.

Εισαγωγή στη Μελέτη Περίπτωσης και η ανάπτυξή της στη Βιομηχανία 4.0.

Η TPC Design (<https://tpcdesign.net/>) είναι μια ΜΜΕ με έδρα το Hummelstown, στις ΗΠΑ, που προσφέρει εξειδικευμένες συμβουλευτικές υπηρεσίες σχεδιασμού και ανάπτυξης προϊόντων σε κλάδους όπως η ιατρική, η αεροδιαστημική και η αυτοκινητοβιομηχανία.

Αυτή η μελέτη περίπτωσης δείχνει πώς η TPC χρησιμοποιεί ογκομετρικό CAD για να βελτιώσει και να επιταχύνει το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός χειρουργικού οδηγού για την αποκατάσταση της κρανιοσυνοστώσεως (μια χειρουργική επέμβαση για τη διόρθωση ενός προβλήματος που κάνει τα οστά του κρανίου ενός μωρού να ενωθούν πολύ νωρίς).

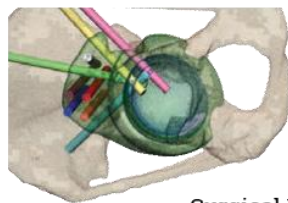
Ο τομέας της υγείας μεταμορφώνεται επί του παρόντος από τη Βιομηχανία 4.0 και τις υποκείμενες τεχνολογίες της. Μεταξύ αυτών, η προηγμένη (ογκομετρική) τεχνολογία CAD μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση πολύ περίπλοκων αντικειμένων, που προηγουμένως ήταν αδύνατον να χειριστούν ψηφιακά, όπως είναι τα ανθρώπινα κρανία. Ταυτόχρονα, οι τεχνολογίες ταχείας δημιουργίας πρωτοτύπων, όπως η CNC και η κατασκευή πρόσθετων, μπορούν να παράγουν με ακρίβεια και ταχύτητα αυτά τα αντικείμενα. Εκτός από το CAD και την ταχεία δημιουργία πρωτοτύπων, ο ψηφιακός ιατρικός εξοπλισμός απεικόνισης, όπως η ακτινογραφία (ακτίνες X), η μαγνητική τομογραφία (MRI) και η υπολογιστική

Μελέτη Περίπτωσης

τομογραφία (CT) μπορούν επίσης να συμπεριληφθούν στη ροή δεδομένων, καθώς και διάφορα εργαλεία ψηφιακής προσομοίωσης (δηλ. Ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων (FEA))

Αυτή η μελέτη περίπτωσης δείχνει πώς η ψηφιακή ενοποίηση δεδομένων ιατρικών εικόνων, CAD, λογισμικού προσομοίωσης και ταχείας δημιουργίας πρωτοτύπων καθιστούν τον σχεδιασμό και την κατασκευή ιατρικών συσκευών ταχύτερη, πιο βολική και ακριβέστερη.

Η Μελέτη Περίπτωσης και τα στοιχεία της Βιομηχανίας 4.0: Μία Εικονογραφική Επισκόπηση



Surgical Planning



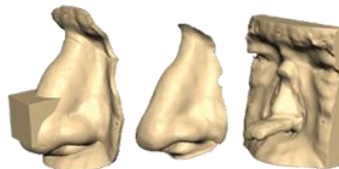
Dental Implants



Medical Implants



Orthotics



Prosthetics



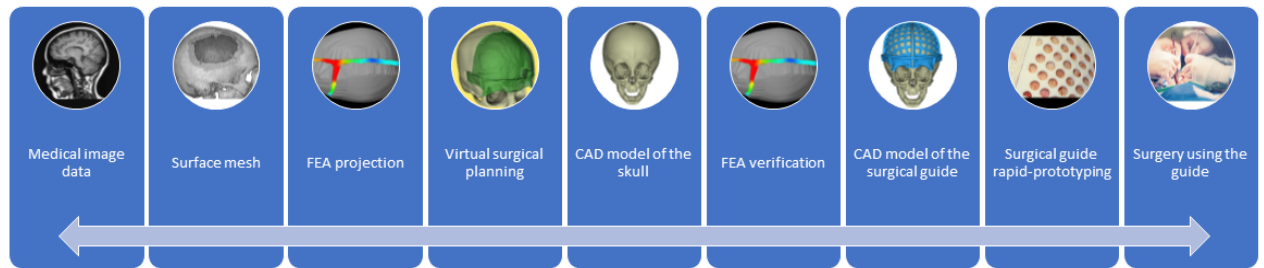
Craniomaxillofacial

Χρήσεις του ογκομετρικού CAD. Πηγή εικόνας: <https://qomeasure3d.com>

Η TPC Design σχεδίασε και κατασκεύασε έναν χειρουργικό οδηγό για χειρουργό που εργάζεται σε περίπτωση κρανιοσυνοστέωσης.

Η εφαρμογή του ογκομετρικού CAD υποστηρίζει την ανάπτυξη της υπό μελέτη ΜΜΕ επιτρέποντάς της να μοντελοποιεί πολύ περίπλοκα σχήματα και να ενσωματώνει το ψηφιακό μοντέλο σε μια ροή εργασίας που χρησιμοποιεί δεδομένα ιατρικών εικόνων, προσομοιώσεις πεπερασμένων στοιχείων και ταχεία δημιουργία πρωτοτύπων για το σχεδιασμό και την κατασκευή ιατρικών συσκευών γρήγορα, οικονομικά και ακριβώς. Κατά συνέπεια, η TPC είναι πλέον σε θέση να προσφέρει νέες υπηρεσίες υψηλής ποιότητας στην ταχέως αναπτυσσόμενη αγορά της ιατρικής βιομηχανίας.

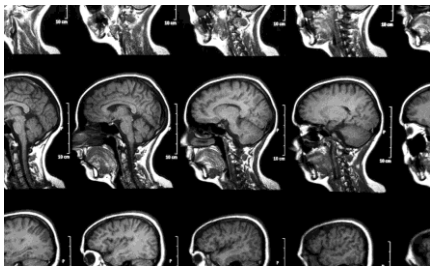
Μελέτη Περίπτωσης



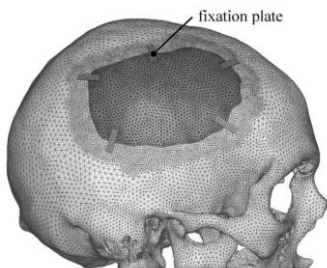
Η ψηφιακή ροή εργασίας της TPC. Πηγή εικόνας: Ludor Engineering

ΕΦΑΡΜΟΓΗ CAD/CAM ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ 4.0 ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Το στοιχείο που εξερευνήθηκε στην εφαρμογή της Βιομηχανίας 4.0.



CT σαρώσεις. Πηγή εικόνας: medicaid.io

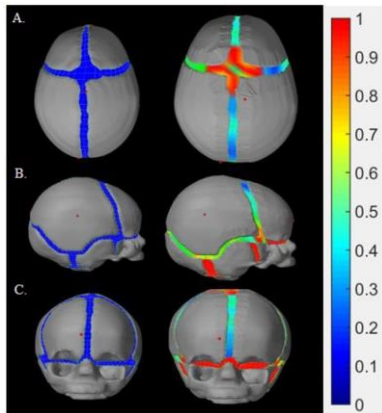


Πλέγμα κρανίου. Πηγή εικόνας: [1]

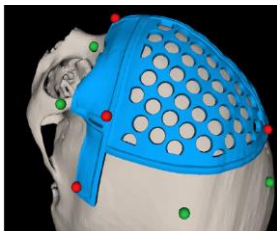
Η ψηφιακή ροή εργασιών που εφαρμόζει η TPC προκειμένου να σχεδιάσει και να κατασκευάσει χειρουργικούς οδηγούς για την αποκατάσταση της κρανιοσυνοστέωσης αποτελείται από διάφορα βήματα, τα οποία περιγράφονται παρακάτω.

1. Τα δεδομένα ιατρικής εικόνας του κρανίου του ασθενούς λαμβάνονται με Τομογραφία Υπολογιστή (CT).
2. Τα δεδομένα CT επεξεργάζονται από τους μηχανικούς TPC προκειμένου να εντοπιστούν με σαφήνεια οι γραμμές κρανιακών σχισμών.
3. Δημιουργείται ένα πλέγμα επιφάνειας χρησιμοποιώντας το ογκομετρικό λογισμικό CAD Geomagic® Freeform®, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα ποικίλα πάχη του κρανίου αποτυπώνονται με ακρίβεια στο σχέδιο.
4. Το πλέγμα χρησιμοποιείται ως πηγή για μια προβολή πεπερασμένων στοιχείων (FEA) του σχήματος του κεφαλιού του μωρού, εάν του αφέθηκε να αναπτυχθεί αρκετούς μήνες χωρίς χειρουργική επέμβαση.

Μελέτη Περίπτωσης



Προσομοίωση της ανάπτυξης του κρανίου. Πηγή εικόνας: [2]



Χειρουργικός οδηγός. Πηγή εικόνας: [3]

5. Οι χειρουργοί χρησιμοποιούν το υψηλής ακρίβειας, ψηφιακό μοντέλο που παρέχεται από την FEA για να σχεδιάσουν τις συγκεκριμένες χειρουργικές τομές οστών που απαιτούνται.
6. Στο λογισμικό CAD, εκτελούνται οι χειρουργικές τομές οστών και το οστό τοποθετείται ξανά στην αναμενόμενη μετεγχειρητική θέση. Για αυτό, ο χειρουργός και οι μηχανικοί της TPC δουλεύουν μαζί σε έναν υπολογιστή.
7. Το αρχείο σχεδίασης προσαρμόζεται και η FEA επαναλαμβάνεται προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι το νέο σχήμα θα έχει ομοιόμορφες προβλέψεις πίεσης σε όλο το κρανίο, διατηρώντας έτσι το επιθυμητό σχήμα καθώς μεγαλώνει ο εγκέφαλος του μωρού.
8. Με βάση το τελικό σχήμα του κρανίου, η TPC σχεδιάζει ένα χειρουργικό πρότυπο για τον χειρουργό για να καθοδηγήσει τις τομές των οστών για το ιδανικό σχήμα του κρανίου.
9. Μετά την εξέταση του χειρουργού και την έγκριση του χειρουργικού οδηγού, η TPC επιβεβαιώνει την τελική τοποθέτηση του προτύπου για τον ασθενή στο μοντέλο του κρανίου και προσομοιώνει το μελλοντικό σχήμα.
10. Η TPC χρησιμοποιεί μηχανή ταχείας δημιουργίας πρωτοτύπων για την κατασκευή του αναλώσιμου προτύπου από κατάλληλη βιοσυμβατή ρητίνη για την πραγματική χειρουργική επέμβαση.
11. Για τη χειρουργική επέμβαση, ο χειρουργός τοποθετεί το πρότυπο πάνω από το οστό για να καθοδηγήσει τα κοψίματα.

Στοχευμένο κοινό της Εφαρμογής	Τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης προορίζονται για χρήση από ΜΜΕ και επιχειρηματίες.
Πηγές που χρησιμοποιήθηκαν:	https://ecss.sg/using-geomagic-haptic-device-and-geomagic-freeform-software-to-reshape-heads-in-biomedical/ https://tpcdesign.net/ https://www.3dsystems.com/software/geomagic-freeform
Περαιτέρω ανάγνωση:	Παραπομπές 1. Tsouknidas, A. et al. (2011). FEM assisted evaluation of PMMA and Ti6Al4V as materials for cranioplasty resulting mechanical behaviour and the neurocranial protection. Bio-medical materials and engineering. 21. 139-47. 10.3233/BME-2011-0663.

Μελέτη Περίπτωσης

- | | |
|--|---|
| | <ol style="list-style-type: none">2. Jin J, Eagleson R, de Ribaupierre S (2018) Skull Development Simulation Model for Craniosynostosis Surgery Planning. <i>Biol Eng Med</i> 2: DOI: 10.15761/BEM.10001383. García-Mato, D., Ochandiano, S., García-Sevilla, M. et al. Craniosynostosis surgery: workflow based on virtual surgical planning, intraoperative navigation and 3D printed patient-specific guides and templates. <i>Sci Rep</i> 9, 17691 (2019). https://doi.org/10.1038/s41598-019-54148-4 |
|--|---|