

# آلة وطريقة لتركيب المفصل الصناعي للركبة بواسطة القوالب الإلكترونية كمعيار مفتوح لجميع المفاصل الصناعية

## \*المجال الفنى

ان عملية استبدال مفصل الركبة هو الحل القياسى لعلاج الخشونة المتقدمة لمفصل الركبة للمرضى كبار السن , ويعتمد نجاح هذه التقنيات الجراحية والتي تتطلب الدقة الشديدة لإستئساخ المفصل الأصىلى للمريض, ان تقنيات الحالية لتركيب مفاصل صناعية للركبة تعتمد على نظام الآلات الجراحية التقليدية لإجراء العملية , وقد ثبت أن هذه الآلات يعيها القصور الذى يؤثر على الدقة المتناهية المطلوبة فى هذه الجراحات بالإضافة الى العيوب الأخرى , ان تقنيات الإبحار أكثر دقة ولكنها مازالت محدودة الإستخدام بالتكلفة العالية وكثرة خطواتها المعقدة .

وقد استحدثت تقنية جديدة لها بواسطة تقنيات قوالب الإلكترونية خاصه بكل مريض وسجلت باسم حافظ ( المبتكر المبدأى الرئيسى) وآخرون , وهذه التقنية تشمل التحضير للمفصل الصناعى للركبة تخيليا بواسطة برامج كمبيوتر متقدمة معينة , وباستخدام تقنية النمذجة الصناعية السريعة يتحول هذا التخطيط التخيلى الى قالب حقيقى ( كتلة قطعية مخصوصة لكل مريض على حدة ) والذى يستعمل فى إجراء جراحة تركيب المفصل الصناعى دون اللجوء الى استعمال الآلات الجراحية التقليدية لإجراء العملية , لهذا فان جراحة تركيب المفصل الصناعى يمكن التخطيط له وعمل خطوات الجراحه كامله تخيليا على الكمبيوتر قبل ان تتم داخل غرفة العمليات لتفادى العديد من الأخطاء والمضاعفات , وقد ثبت بالقطع ان هذه التقنية الجديدة أقل تداخلية وأكثر توفير للوقت وأكثر دقة عن نظام الجراحات التقليدية , كما ان لها الميزات الفعلية سواء للمرضى والجراحين أو لنظام الرعاية الصحية حيث انها تتخطى جوانب النقص فى جراحة تركيب المفصل الصناعى للركبة بواسطة نظام الجراحات التقليدية , وقد ظل المبتكر يستخدم هذه التقنية بانتظام بمستشفيات جامعة ٦ أكتوبر ووزارة الصحة المصرية بنتائج جيدة ومرضية وبعد اربعة سنوات من المتابعة المنتظمة مابعد الجراحة لهذه الحالات خاصة للحالات التى تصنف بانها ( حالات للتحدى ),

ويهدف هذا الجهاز بتقنياته الى تطوير تقنيات هذه القوالب الإلكترونية المخصصة للمرضى أكثر فأكثر لتشمل جميع أنحاء مصر لتقليل التكلفة عن طرق الجراحات التقليدية .

ان عملية تصنيع مستلزمات هذه التقنية سيواكبها تنفيذ برامج تدريبية للجراحين القدامى وأحدثى الخبرة مع تدشين برامج بحثية لنشر هذه الأبحاث والعمليات فى الدوريات والمجلات العلمية العالمية .

## \*الخلفيات العلمية

القوالب الإلكترونية المستخدمه فى عملية تركيب مفصل صناعى للركبة تعتمد على تخطيط مسبق مبنى على الأشعة المقطعية يتبعه تصنيع قوالب الإلكترونية خاصه بكل مريض. القوالب مصممه لنقل تخطيط ما قبل الجراحه الى اداء جراحى. الآلات المصنعه تتراوح ما بين آلات تحكم رقميه وصولا لتكنولوجيا المتقدمة للنمذجة السريعة والتي تعتمد على طابعه ثلاثية الأبعاد لإنتاج قطع ملموسة من تصميمات ثلاثية الأبعاد (قوالب تخيليه).

صور الاشعه المقطعيه او الرنين المغناطيسى يرسل الى برنامج الكتروني مخصوصه والتي تحتوى على معطيات ثلاثية الابعاد لمفاصل الركبه الصناعيه لاستعمالها

التخطيط والجراحه التخليه تتم على الكمبيوتر قبل ان تتم داخل غرفة العمليات, وهذا يشمل الحجم ومدى الاستقامه والقطع العظميه مع الدقة القصوى والمثلى لتركيب المفصل الصناعى .

يتم تصميم قطعتين من القوالب الإلكترونية ( تخليا ) والتي يتم تحويلها لقوالب حقيقية مرشدة للجراحة بواسطة تقنية النمذجة السريعة ( ثلاثية الأبعاد ) . والتفصيلات التى تحتويها هاتان القطعتان تجعلهما خاصين فقط لهذا المريض وترشد الجراح للقطعات المناسبة تماما للمريض ذاته . وبهذا نتمكن من تركيب مفصل الركبة دون استعمال المرشحات الجراحية داخل او خارج النخاع العظمى .

وتعد هذه التقنية الثورية ميزه قويه على الطرق التقليديه حيث انها تحسن الالتئام بعيد المدى تقلل من وقت الجراحه وتقلل من احتمالات النزيف والجلطه الدهنيه كما انها تتعداها بالدقه المتناهيه وهى مفيده بصفه خاصه فى حالات التشوهات خارج سطح المفصل خاص فى مرضى كبار السن , وهى مرحله متوسطه بين الطرق التقليديه والطرق المتقدمه من الابحار وجراحات الانسان الالى

#### \*الفن السابق

تقنية القوالب المعدة للمريض الآن تنتج بواسطة بعض الشركات المنتجة للمفاصل الصناعية ولكل شركة القوالب الخاصة بمفاصلها المبنية على نوع المفصل لهذا لايمكن استعمال قوالب شركة ما لتركيب مفصل صناعى خاص بشركة اخرى . لذلك فان القوالب الإلكترونية المعدة مسبقا للمريض ملزمة لكل شركة لاستعمال قوالبها الخاصة ( حصريا ) ولذا فهى عالية التكلفة جدا وهذا العيب الملازم للتقنيات الحالية يحد من استعمال هذه التطبيقات التكنولوجية , بالإضافة الى ان هناك بعض المفاصل الصناعية والتي يستخدمها العديد من الجراحين حول العالم والتي تنتجها العديد من الشركات لاتملك امكانية ( قوالب الكترونية معــــده للمريض) . ويعد هذا من المعوقات الجادة التى تقلص من استعمال هذه التقنية ان من يقوم بالتخطيط المسبق للآلات المعدة للمريض للجراحة هم من الفنيين وليس الجراح نفسه وهذه العملية كلها تتم تحت السيطرة النامة لشركة المفاصل الصناعية.

مع ان التخطيط النهائى قد يكون متاحا للجراحين لمراجعتها لكن هؤلاء الجراحين ليس بإمكانهم الصلاحية للتحكم او تغيير هذا التخطيط , ولهذا السبب فان تقنية ( القوالب المعدة للمريض) الحالية تستعمل فقط لحالات تغيير مفصل الركبة البسيطة والعادية ولا تستعمل فى الحالات المعقدة او التى تحتوى على تشوهات داخل او خارج المفصل

#### \*الوصف التفصيلي

هذا الابتكار هو جهاز وتقنية لازمة لتحضير مفصل الركبة الصناعى للمريض الذى يحتاج لجراحة تغيير لمفصل الركبة لأى نوع من الأنواع العالمية للمفاصل فى معيار عام ( عالمى ) . هذا المعيار المفتوح العالمى وتقنيته هى مناسبة للإستعمال تجاريا ولجميع أنواع المفاصل الصناعيه المتاحة . حيث انها تناسب ايضا جميع انواع المفاصل التقليدية التى تخصص لكل مريض على حده او لاتعتمد على بيانات المريض ويمكن استعماله ايضا لأى نوع من المفاصل التى ستخترع لاحقا .

هذا الجهاز هو أداة مخصصة لكل مريض و التي تعتمد على التخطيط ثلاثي الابعاد لتصنيع قوالب الكترونية مخصصة لكل مريض بذاته. إعادة بناء وتقسيم الأشعة المقطعية أو الرنين المغناطيسي لتصميم قالب الكتروني تخيلي والتي تتحول الى قالب حقيقي باستخدام التقنية الإلكترونية الرقمية او التصنيع المضاف كماكينات تقنية النمذجة السريعة .

طريقة التخطيط والتحضير التخيلي للخطوات الكاملة لجراحة تغيير مفصل الركبة تشمل عدة خطوات , إعادة البناء والتقسيم بناء على بيانات الأشعة المقطعية او الرنين المغناطيسي . التخطيط والتحضير التخيلي يخضع لتقييم الوضع التشريحي بالإضافة الى الخلل المرضي الحاصل للركبة وتعيين نقاط ومحاور ارشادية يتبعها تخطيط كامل يشمل تعيين الحجم ودرجة الإستقامة والقطعات العظمية ووضع للمفصل الصناعي ويلي ذلك تمثيل الجراحة وتصميم القالب الكتروني ( تخيليا ) , وهذه الطريقة توصلنا لإنتاج هذا القالب ( آله تركيب ) .

القالب الفخذي ( الشكل ١ ) والقالب القصبي ( الشكل ٢ ) تم تصميمهما على هيئة قطعات عظمية لتسمح بتحضير العظام المعتمد على التخطيط قبل الجراحة وهذا يتحقق بابتكار فتحات داخل القوالب وهذا يسمح باجراء قطعات محددة في الجزء السفلي من عظمة الفخذ والجزء العلوي من عظمة القصبة

هذه القوالب صممت لتسمح بوضع ٥ علامات اسطوانية لعظام الفخذ ( ملصق ٦ في الشكل ١- أ ) و ٤ علامات لعظمة القصبة ( ملصق ٦ في الشكل ٢- أ )

هذه المؤشرات صممت داخل السطح الداخلي للقوالب مطابقة تماماً لشكل الطرف السفلي من عظمة الفخذ والطرف العلوي من عظمة القصبة

نظراً لان هذه المؤشرات توضع حسب مقاس كل مريض على حدة و انها تسح فقط ان توضع بامان فانها تتركب بصورة (منفردة) وفي وضع آمن, هذه المؤشرات مفرغة لتسمح بدخول دبائيس (مسامير) للثبيت

( ملصق ١٤ في الشكل ١- د ) و ( ملصق ١٤ في الشكل ٢- ذ ) والتي تضيف قوة ثبات إضافية للقوالب على العظام , وهذه المؤشرات كانت مفرغة لتسمح بدخول دبائيس (مسامير) للثبيت والتي تضيف قوة ثبات إضافية للقوالب على العظام.

والجهاز يشمل جزئين قطعة فخذية وقطعة قصبية وكلاهما مستقلة عن اى مفصل صناعي تجارى لأى شركة متاحة او اى مفصل صناعي يتم تصنيعة مستقبلا , و الجهاز له مؤشرات وعلامات والتي تحتوى على فتحات بداخلها ( ملصق ٧ في الشكل ١- ب ) ( ملصق ٧ في الشكل ٢- ب ) و والتي تمكن المسامير المعدنية من الثبيت بداخلها لتأمين وثبيت قطعتي الجهاز على العظمتين .

هذه الطريقة تشمل التخطيط التام ماقبل واثناء الجراحة شاملا الحجم والإستقامة والإستدارة مع التمثيل للنتيجة لما بعد الجراحة ولايوجد حاجة لمطابقتها مع الآلات الجراحية كالشنيور الدقاق او مدخلات المسامير لأى شركة من شركات المفاصل ( عومية )

ان التخطيط قبل العملية يشمل تصنيع آلة مكونة من قطعتين فقط والتي تغنى عن الآلات التقليدية لتغيير مفصل الركبة كآلات الداخل مفصليّة والخارج مفصليّة ( مرشّدت وحجم واستقامة ودوران ) لكلى العظمتين الفخذ والقصبية .

الآلة مصممة على هيئة مكون يمكن من عمل العديد من القطعيات من داخله ( متعدد القطعيات ) والتي من خلالها يمكن من عمل جميع خطوات القطعات العظمية والمسار الى المطابقة العظمية المذكور في الفقرة ١ كالمنشار والشنّور ( ملصق ١٥، ١٦ في الشكل ٢- د ) بالإضافة الى مدخل التثبيت لمسامير المتعددة الإتجاهات ولكنها تتميز بالدقة المتناهية لتمنع أى تداخلات .

المطابقة السطحية للقوالب تتوقف على علامات بارزة والتي تتطابق تماما ( المناطق الخالية من الغضاريف ) ويوجد ايضا مؤشر بارز لعظمة الفخذ والذي يوضع فى منطقة خالية الغضاريف ( ملصق ١٢ فى الشكل ١- ح , خ ) و ( ملصق ١٢ فى الشكل ٢- خ , د )

هذه الآلة هى جهاز - أداه وليست فقط قالب شكلى , توضع هذه الأداه مباشرة على العظام بدون أى وسائط بينها ( كالمرشّدت او مجرى المسامير او المكونات القطعية )

ويمكن تطبيق هذه التقنية على اية عمليات اخرى لمفصل الركبة ( كتغيير المفصل الأحادى او الثنائى او الفخذى صابونى )

#### \*وصف الرسومات:

**القطعة الفخذية :** ( الشكل ١ - أ , ب , ت , ث , ١ - ج , ١ - ح , ١ - خ , ١ - د )

صمم القالب لكى يحتوى على خمس مؤشرات لعظمة الفخذ , هذه المؤشرات تم تصميمها بحيث تكون فى الجهة الداخلية من القالب , وتطابق الشكل الخارجى المقابل من الطرف السفلى لعظمة الفخذ . ولأن هذه المؤشرات مصممة خصيصا حسب كل مريض على حدة فإنها لايمكن إلا أن توضع بشكل أمثل وصحيح وآمن , وتتميز هذه المؤشرات بوجود فتحات بداخلها تسمح بمرور دبابيس ( مسامير ) للتثبيت إضافة عوامل ثبات أخرى للقالب على العظمة , ان القالب الفخذى قد صمم ليسمح للجراح بعمل قطعات مختلفة فى الطرف السفلى من عظمة الفخذ من خلال فتحات محددة بزوايا وأطوال دقيقة لتكون مرشدا لتوجيه عظمة الفخذ فى الإتجاه والدوران الصحيح ويرشد لوضع ( الجذع , الأجنحة ) . ثم يتم القطع بعد ذلك بالمرشد التقليدى لبقية القطعات الثلاث لعظمة الفخذ ( القطعات الخلفية و الأمامية التشظيية والخلفية التشظيية )

**القطعة القصبية :** ( الشكل ٢ - أ , ب , ت , ث , ٢ - ج , ٢ - ح , ٢ - خ , ٢ - د , ٢ - ذ )

صمم القالب لكى يحتوى على اربعة مؤشرات لعظمة القصبية , هذه المؤشرات تم تصميمها بحيث تكون فى الجهة الداخلية من القالب , وتطابق الشكل الخارجى المقابل من الطرف العلوى لعظمة القصبية . ولأن هذه المؤشرات مصممة خصيصا حسب كل مريض على حدة فإنها لايمكن إلا أن توضع بشكل أمثل وصحيح وآمن , وتتميز هذه المؤشرات بوجود فتحات بداخلها تسمح بمرور دبابيس ( مسامير ) للتثبيت إضافة عوامل ثبات أخرى للقالب على العظمة , ان القالب قصبى قد صمم ليسمح للجراح بعمل قطعات مختلفة فى الطرف العلوى من عظمة القصبية من خلال فتحات محددة بزوايا وأطوال دقيقة لتكون مرشدا لتوجيه عظمة

القصبية فى الإتجاه والدوران الصحيح للقطع الأمانى . ثم يتم القطع بعد ذلك بالمرشد التقليدى لبقية القطعات الثلاث لعظمة الفخذ ( القطعات الخلفية و الأمامية التشظيية والخلفية التشظيية ) .

بيانات التوسيم/ التمييز ( بيانات العلامات للرسومات ) :

١. جسم القالب - الكتلة القطعية ( فخذية او قصبية )
٢. مجرى لتحديد الدوران ومرور الجذع ( بالقطعة القصبية )
٣. فتحة لعمل مجرى لدخول الاجنحة ( بالقطعة القصبية )
٤. مجرى للقطعات الفخذية
٥. مجرى لعمل الدوران ( بالقطعة القصبية )
٦. مؤشرات بارزة ( فخذية او قصبية )
٧. فتحة لدخول مسامير / دبابيس التثبيت ( فخذية او قصبية )
٨. فراغ / مساحة تسمح ب بروز الفتوء العظمى القصبى
٩. الوجه السطحى الأملس والمستوى للقطعات الأمامية والدوران
١٠. مؤشر بارز ( فخذى ) قابل للرفع
١١. مجرى للقطعات القصبية
١٢. جزء من العظام ( فخذى او قصبى ) خالى من الغضاريف
١٣. بروز امام الجزء السفلى من القالب القصبى
١٤. مسامير / دبابيس للتثبيت
١٥. منشار قاطع
١٦. ماكينة باور للمنشار

## \* عناصر الحماية

١. هذه الآلة صممت للتحضير لتركيب مفصل ركبة صناعي لمريض يحتاج لتغيير مفصل الركبة لأي نوع من انواع المفاصل الصناعية ولأي شركة من شركات إنتاج المفاصل الصناعية (عمومي - عالمي) وهذه الآلة تتكون من جزئين : جزء فحذي - جزء قصبي , وكلاهما نصمم على شكل كتلة قطعية تحتوى على مؤشرات بارزة وتجاويف / فتحات و سطح / وجه للقطعات العظمية ومرشد لضبط الدوران بالإضافة الى فتحات لادخال مسامير التثبيت , والجزء القصبي يتميز بوجود فتحة لعمل الجذع ومجرى لعمل الرافد
٢. طريقة للتخطيط الإلكتروني التخلي على الكمبيوتر لعملية تركيب مفصل صناعي في صورة تقنية مفتوحة تؤدي لتصنيع الآلة المذكورة في الفقرة ( ١ ) وهذه الطريقة تتكون من عدة خطوات تشمل على : تعيين الحجم ودرجة الإستقامة والقطعات العظمية والوضع الأمثل للمفصل البديل ( الجزء الصناعي) بالإضافة الى التمثيل الجراحي
٣. أداه عمومية - عالمية ( مذكوره في الفقرة ١ ) تناسب الإستعمال لأي مفصل صناعي متاح أو مشهور في الوقت الحالي بغض النظر عن شكله او تصميمه او الشركة المنتجه له.
٤. آلة ( مذكوره في الفقرة ١ ) تستعمل لجميع انواع عمليات تركيب المفاصل الصناعية ( المخصصة مسبقا للمريض)
٥. الآلة ( مذكوره في الفقرة ١ ) تتكون من جزئين : قطعة فحذية وقطعة قصبية وكلاهما مستقلة عن اى مفصل صناعي ويمكن تعميم استعمالها عالميا دون التقيد بأى شكل من أشكال المفاصل الصناعية ايا كان تصميمها.
٦. هذه الأداة تحتوى على مؤشرات بارزة بها تجاويف وفتحات تسمح بإمكانية إستعمال مدخلات المسامير لتمكن من مرور هذه المسامير لتثبيت العظام حتى تتمكن من تأمين استمرارية ثبات الآلة على العظام
٧. الآلة مصممة على شكل مكون يمكن من عمل العديد منى القطعيات من داخله ( متعدد القطعيات) والتي من خلالها يمكن من عمل جميع خطوات القطعات العظمية
٨. المسارات لخطوات عمل القطعات العظمية المذكور في الفقرة ١ والمستعمل فيها آلات كالمنشار والشنيور بالإضافة الى مدخل التثبيت للمسامير المتعددة الإتجاهات يكون متطابقا مع شكل العظام و تتميز بالدقة الرياضية المتناهية لتمكن أى تداخلات بين القطعات والمثبتات
٩. المطابقة السطحية للقوالب تتوقف على علامات بارزة والتي تتطابق تماما ( المناطق الخالية من الغضاريف ) ويوجد ايضا مؤشر بارز لعظمة الفخذ والذي يوضع في منطقة خالية الغضاريف
١٠. هذه الآلة هي جهاز - كما في الفقرة ١ , بها مؤشر بارز - قابل للرفع- لعظمة الفخذ والذي يوضع في منطقة خالية من الغضاريف
١١. هذه الآلة توضع مباشرة على العظام بدون أى وسائط بينها ( كالمرشحات او مجرى المسامير او المكونات القطعي)
١٢. إن هذه الأداة ذات المعيار المفتوح والعمومي - العالمي وتقنياتها مناسبة للإستعمال مع اى نوع من انواع المفاصل التجارية المتاحة حاليا واى نوع من المفاصل المخصصة مسبقا للمريض قد تنتج مستقبليا دون التقيد بأى شكل من أشكال المفاصل الصناعية ايا كان تصميمه
١٣. التقنية المشروحة في الفقرة ٢ يمكن استعمالها مع اى نوع من انواع المفاصل المتاحة حاليا واى نوع من المفاصل المخصصة مسبقا للمريض
١٤. إن هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ ذات المعيار المفتوح والعمومي - العالمي مناسبة للإستعمال مع اى نوع من انواع المفاصل المعدة خصيصا للمريض
١٥. هذه الطريقة ذات المعيار المفتوح والعمومي لأي شركة متاحة او اى مفصل صناعي يتم تصنيعة مستقبلا دون التقيد بشكل الركبة او شكل المفصل الصناعي

١٦. إن هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ تشمل طريقة التخطيط والتحضير التخليئي الثلاثي الأبعاد ويخضع لتقييم الوضع التشريحي بالإضافة الى الخلل المرضي الحاصل للركبة وتعيين نقاط ومحاور ارشادية يتبعها تخطيط كامل يشمل تعيين الحجم ودرجة الإستقامة والقطعات العظمية ووضع للمفصل البديل ( الجزء الصناعي) في تقنية ذات معيار مفتوح عمومي وعالمي.
١٧. هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ تشمل التمثيل الجراحي وتصميم القالب في معيار مفتوح عمومي وعالمي
١٨. هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ تؤدي الى تصنيع آلة في الفقرة ١ والتي ترشدنا الى القطعات العظمية وترشدنا الى الوضع الدقيق والأمثل للقطعات الجذعية والتي تستعمل في جميع انواع المفاصل الصناعية في معيار مفتوح عمومي وعالمي
١٩. هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ تعتمد على التخطيط ثلاثي الابعاد لتصنيع قوالب الكترونية مخصصة لكل مريض بذاته تخلييا والتي تتحول الى قالب حقيقي باستخدام التقنية الإلكترونية الرقمية او التصنيع المضاف كماكينات تقنية النمذجة السريعة . هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ يمكن استعمالها دون التقيد باى مفصل صناعي تجارى لأى شركة متاحة او اى مفصل صناعي يتم تصنيعة مستقبلا
٢٠. هذه الطريقة تشمل التخطيط التام ما قبل واثناء الجراحة شاملا الحجم والإستقامة والإستدارة مع التمثيل للنتيجة لما بعد الجراحة
٢١. هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ لاتحتاج الى المطابقة مع الآلات الجراحية كالشنيور او مجرى المسامير التي تستعملها أى شركة من شركات إنتاج المفاصل الصناعية
٢٢. تخطيط ما قبل الجراحة ( المذكور في الفقرة ١٩ ) يتم نقلة تقنيا لنصل الى تصنيع قطعتين فقط وهاتان القطعتان تحل محل جميع الآلات التقليدية لتغيير مفصل الركبة كآلات الداخل مفصلية والخارج مفصلية ( مرشحات وحجم واستقامة ودوران ) لكلتي عظمتي الفخذ والقصبة.
٢٣. هذه التقنية المشروحة في الفقرة ٢ هي مستقلة بذاتها ويمكن استعمالها دون التقيد باى شكل من أشكال المفاصل الصناعية ايا كان تصميمها.