

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 9208/2008**
PCT/US2008/007842

(51) Int. Cl.⁸: **A61N 7/02** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **24.06.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.04.2010**

(30) Priorität:

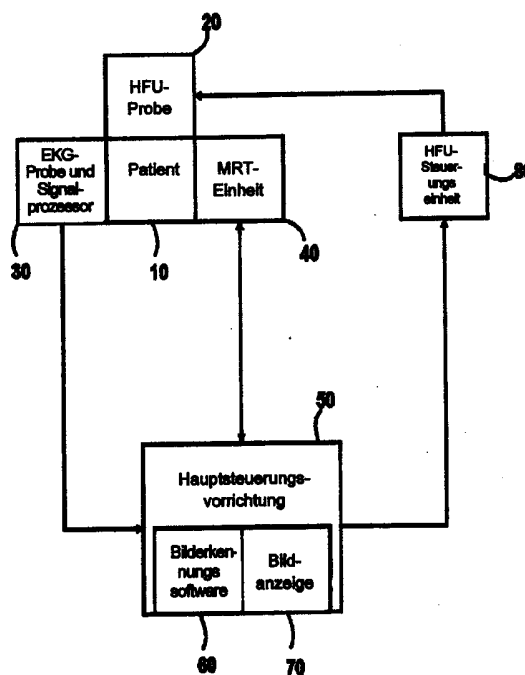
25.06.2007 US 945993 beansprucht.

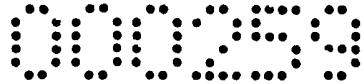
(73) Patentinhaber:

INTERNATIONAL CARDIO
CORPORATION
55318 CHASKA (US)

(54) **BILDGEFÜHRTE PLAQUEENTFERNUNG**

(57) Ein Verfahren und System zur nicht-invasiven Reduzierung von vaskulärem Plaque, das die Schritte des Abbildens wenigstens eines Teils eines Säugetierkörpers zur Erzeugung eines Bildes, das Bestimmen des Ortes von wenigstens einem vaskulären Plaque in dem Bild; das Ermitteln des Ortes der Basis des vaskulären Plaques, wobei der Ort der Basis der Zielort sein soll; das präzise Bestimmen der relativen Position des Zielortes hinsichtlich des Herzrhythmus in dem Körper; die Abgabe eines Strahls an Ultraschallenergie wellen aus einer Quelle zu der relativen Position, um die Temperatur des Zielortes auf eine vorbestimmte Art und Weise zu erhöhen; Überwachen der Temperatur des Zielortes; und Unterbrechen der Abgabe der Ultraschallenergie wellen, wenn der Zielort eine vorbestimmte eingestellte Temperatur erreicht hat.

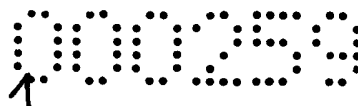




Zusammenfassung

Ein Verfahren und System zur nicht-invasiven Reduzierung von vaskulärem Plaque, das die Schritte des Abbildens wenigstens
5 eines Teils eines Säugetierkörpers zur Erzeugung eines Bildes, das Bestimmen des Ortes von wenigstens einem vaskulären Plaque in dem Bild; das Ermitteln des Ortes der Basis des vaskulären Plaques, wobei der Ort der Basis der Zielort sein soll; das präzise Bestimmen der relativen Position des Zielortes
10 hinsichtlich des Herzrhythmus in dem Körper; die Abgabe eines Strahls an Ultraschallenergiwellen aus einer Quelle zu der relativen Position, um die Temperatur des Zielortes auf eine vorbestimmte Art und Weise zu erhöhen; Überwachen der Temperatur des Zielortes; und Unterbrechen der Abgabe der
15 Ultraschallenergiwellen, wenn der Zielort eine vorbestimmte eingestellte Temperatur erreicht hat.

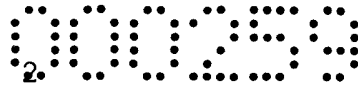
[Fig 1]



Die Erfindung betrifft das Gebiet der Behandlung von
Arteriosklerose. Insbesondere betrifft die Erfindung Systeme
5 zur Reduzierung vaskulärer Plaques.

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind weltweit eine führende
Ursache von Morbidität und Mortalität. Sie treten mit der Zeit
aufgrund der Bildung von Plaques innerhalb der koronaren
10 Arterien bzw. Herzkranzarterien auf und führen zu einem
herabgesetzten Blutfluss in bestimmte Organe, einschließlich
des Gehirns und des Herzmuskels. Unter bestimmten Umständen
kann dieser herabgesetzte Blutfluss Symptome einer transienten
ischämischen Attacke, von Wadenschmerzen oder einer Angina
15 verursachen. Wenn die Blockade der Arterien wesentlicher ist,
kann es zu einer Schädigung des Gehirns, der Beine oder des
Herzmuskels selbst führen und kann schwerwiegend sein.

Ein Verfahren der Behandlung von (kardio)vaskulären
20 Erkrankungen und der Verhinderung eines weiteren
Gewebeschadens gelingt durch eine invasive Eliminierung oder
Entfernung des Plaques. Dies wird typischerweise durch einen
invasiven medizinischen Eingriff bewerkstelligt. Ein
alternativer Ansatz ist eine Ballon-Angioplastie, welche den
25 Zugriff der Gefäße unter Verwendung der Katheterisierung mit
einschließt. Arterielle Stents können während dieser Prozedur
ebenso platziert werden. Falls die Natur des Plaques die
Behandlung durch Angioplastie ausschließt, können während
eines vaskulären medizinischen Eingriffs oder eines
30 medizinischen Eingriffs am Herzen die Plaques durch
Verpflanzen neuer Gefäße rund um die Plaquegegenden mit einem
Bypass versehen werden. Bei einigen Patienten ist weder eine
Angioplastie noch eine Bypassoperation möglich, zum Beispiel
wenn das fortgeschrittene Alter oder der schlechte



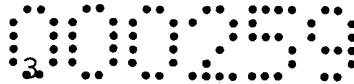
Gesundheitszustand solche Behandlungen ausschließen oder wenn
der Plaque keiner der Therapien zugänglich ist. In solchen
Fällen müssen die Patienten versuchen, die Erkrankung durch
eine medizinische Behandlung wie etwa durch den Einsatz einer
5 Medikation zu kontrollieren. Weil die operative Behandlung von
arteriellen Plaques invasiv ist, geht die Behandlung mit dem
Risiko von Komplikationen einher und ist nicht für alle
Patienten zweckmäßig, und eine weniger invasive Methode zur
Reduzierung oder Eliminierung von Plaquebildungen in den
10 Arterien ist deshalb von Nöten.

Nicht-invasive Verfahren zur Behandlung von unerwünschtem
Material in Geweben und Gefäßen, und typischerweise in
Herzgefäßen, wurden zum Beispiel in den US-Patenten Nrn.
15 5,657,760, 5,590,657 und 5,524,620 vorgeschlagen. Jedoch sind
diese Verfahren nicht zur Reduzierung von Plaques, ganz zu
schweigen von denen im vaskulären System, zweckmäßig.

Daher gibt es Bedarf für ein akkurates und zuverlässiges
20 System zur Verhütung und Reduzierung vaskulärer Plaques mit
einer planbaren und steuerbaren Behandlungstherapie.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur
Reduzierung vaskulärer Plaques.

25 In dieser Beschreibung steht der Ausdruck "*Herzrhythmus*" für
jedes oder irgendein Ereignis, das sich auf den Blutfluss
bezieht, der vom Beginn eines Herzschlages zum Beginn des
nächsten Herzschlages auftritt. Jeder einzelne "*Schlag*" des
30 Herzens umfasst drei Hauptschritte: Vorhof-Systole, Kammer-
Systole und Diastole des gesamten Herzens.



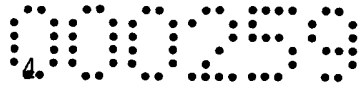
Erfindungsgemäß wird ein nicht-invasives Verfahren zur Reduzierung vaskulärer Plaques vorgesehen, welches die folgenden Schritte umfasst:

- 5 - Abbilden wenigstens eines Bereichs eines Säugetierkörpers zur Erzeugung eines Bildes;
- Bestimmen des Ortes wenigstens eines vaskulären Plaques in dem Bild;
- Ermitteln des Ortes der Basis des vaskulären Plaques, wobei der Ort der Basis der Zielort sein soll;
- 10 - präzises Bestimmen der relativen Position des Zielortes hinsichtlich des Herzrhythmus in dem Körper;
- Abgeben eines Strahls von UltraschallenergieWellen aus einer Quelle auf einen Fokuspunkt in der relativen Position, um die Temperatur des Zielortes in einer vorab bestimmten
- 15 Art und Weise zu erhöhen;
- Überwachen der Temperatur des Zielortes; und
- Aussetzen des Abgebens von UltraschallenergieWellen, wenn der Zielort eine vorab bestimmte einzustellende Temperatur erreicht hat.

20 Das Verfahren gemäß dieser Erfindung umfasst den Schritt des Anzeigens des Bildes und des Zielortes. Es umfasst ebenso den Schritt des Bereitstellens eines Therapieplans für die Behandlung vaskulärer Plaques. Die Frequenz der

25 UltraschallenergieWellen ist zwischen 0,8 Hz und ungefähr 4 Hz eingestellt. Der Fokuspunkt des Strahls der UltraschallenergieWellen ist zum Beispiel kleiner als 15 mm^3 . Die Intensität des Fokus der UltraschallenergieWellen ist typischerweise auf mehr als 500 W/cm^2 eingestellt. Ferner ist

30 die Dauer der Abgabe der UltraschallenergieWellen typischerweise basierend auf der Temperaturänderung angepasst. Typischerweise ist die Dauer der Ultraschallabgabe zwischen ungefähr 80 ms und ungefähr 1 Sekunde eingestellt.

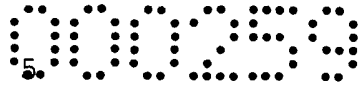


Gemäß eines weiteren Gesichtspunkt der Erfindung wird ein System zur Reduzierung vaskulärer Plaques vorgesehen, welches das Folgende umfasst:

- 5 - Bildaufnahmevorrichtung, die zum Abbilden wenigstens eines Teils eines Säugetierkörpers angepasst ist;
- Auswertevorrichtung, die zur Auswertung des Bildes angepasst ist, um wenigstens einen vaskulären Plaque und die Basis des vaskulären Plaques zur Bestimmung des Plaqueortes zu lokalisieren;
- 10 - Überwachungsvorrichtung zur Überwachung der relativen Position des Zielortes hinsichtlich des Herzrhythmus des Säugetiers;
- wenigstens eine versetzbare Ultraschallabgabevorrichtung, die zur Abgabe von UltraschallenergieWellen mit einer
15 vorbestimmten Intensität zu dem Zielort angepasst ist;
- Temperaturüberwachungsvorrichtung zur Überwachung der Temperatur des Zielortes; und
- Vorrichtung zur Abschaltung der Abgabe von
20 UltraschallenergieWellen, wenn der Zielort eine vorab bestimmte einzustellende Temperatur erreicht hat.

Die Überwachungsvorrichtung ist ein EKG-Gerät. Die Ultraschallabgabevorrichtung ist eine Hochfrequenz-Ultraschallvorrichtung (HFU). Die Bildaufnahmevorrichtung ist
25 eine Kernspinresonanz-Bildaufnahmevorrichtung (MRT).

Die Bildaufnahmevorrichtung und die Auswertevorrichtung können Plaque in dem vaskulären System des untersuchten Körpers erkennen und die Basis der Plaque in den MRT-Bildern der
30 Gefäße identifizieren. Die HFU-Vorrichtung ist zur Abgabe von HFU (Hochfrequenzultraschall) zu der Basis der Plaque, die durch die Bildaufnahme- und Auswertevorrichtung als der Zielort identifiziert wurden, angepasst. Die Temperaturüberwachungsvorrichtung kann die Temperatur des



Gewebes an dem Zielort über die Wärmebilder überwachen, um zu bestimmen, wann die HFU-Abgabe vollständig ist.

Das erfindungsgemäße System kann zur Behandlung von Plaque
5 innerhalb Halsschlagadern, iliakalen, femoralen oder
Herzkranzarterien eingesetzt werden. Gemäß einer zusätzlichen
Ausführungsform der Erfindung ist die EKG-
Überwachungsvorrichtung zum Überwachen des Herzrhythmus
während der therapeutischen Behandlung und zum Verarbeiten der
10 von dem EKG aufgenommenen Signale angepasst.

Die Steuerungs- bzw. Regelvorrichtung steuert bzw. regelt die
zeitliche Steuerung bzw. das Timing der MRT-Bilder und die
HFU-Abgabe gemäß den von der EKG-Überwachungsvorrichtung
15 empfangenen Daten, so dass die HFU-Abgabe und die MRT-Bilder
an einem bestimmten Punkt im Herzzyklus gesteuert bzw.
getriggert sind.

Die Steuerungs- bzw. Regelvorrichtung ist zum Lenkel der
20 Ultraschallabgabevorrichtung derart angepasst, dass sie
Ultraschallenergiwellen in Übereinstimmung mit dem Folgenden
emittiert bzw. abgibt:

- Spezieller Winkel oder Ort der Abgabe;
- Intensität der zu emittierenden Ultraschallwellen; und
- 25 - Zeitdauer der Abgabe der Ultraschallenergiwellen.

Die vorstehend erwähnten Parameter sind von der Größe und dem
Ort der Plaque abhängig, wie er durch die
Bildaufnahmevorrichtung abgebildet worden ist.

30 Das System umfasst einen therapeutischen Behandlungsplan zur
Bestimmung der Parameter der abgegebenen
Ultraschallenergiwellen. Es kann eine Steuerungsvorrichtung
zur Aufnahme des therapeutischen Behandlungsplans von einer



automatisierten Steuerungseinheit und/oder durch manuelles Eingreifen umfassen.

Die HFU-Abgabe an die Basis der Plaque verursacht einen
5 Temperaturanstieg des Gewebes an dem Zielort. Eine MRT-
Überwachung des Zielgewebes detektiert den Temperaturanstieg.
Wenn die Temperatur adäquat angestiegen ist, wird die HFU-
Behandlung beendet. Die HFU-Behandlung kann an dem gleichen
Ziel, aber mit einem unterschiedlichen Abgabewinkel,
10 wiederholt werden. Die HFU-Behandlung kann ebenso an vielen
Zielorten nahe der gleichen Plaque oder innerhalb
unterschiedlicher Plaques wiederholt werden.

Für jedes Ziel wird die HFU-Abgabe fortgeführt, bis eine
15 adäquate Behandlungsmenge abgegeben worden ist, um zu einer
Vernarbung und Plaque-Regression bzw. -Rückbildung zu führen.

Die Erfindung wird nun in Zusammenhang mit den angehängten
Zeichnungen beschrieben, in denen:

20

Fig. 1 das System für eine nicht-invasive Reduktion
vaskulärer Plaques veranschaulicht; und

Fig. 2 das Behandlungsverfahren für eine nicht-invasive
25 Reduzierung vaskulärer Plaques veranschaulicht.

Fig. 1 veranschaulicht das System zur nicht-invasiven
Reduzierung von vaskulären Plaques. Die Behandlung wird an
einem Patienten (10) unter Verwendung einer Ultraschall-
30 Abgabevorrichtung, typischerweise mittels einer
Hochfrequenzultraschall-emittierenden Vorrichtung (HFU-
Vorrichtung) (20) durchgeführt. Während der Abgabe zur
Behandlung wird der Patient (10) mit einer EKG-
Überwachungsvorrichtung (30) als auch mit einer



Kernspinresonanz-Bildaufnahmevorrichtung (MRT) (40) überwacht. Das Ergebnis der EKG-Überwachungsvorrichtung (30) und der MRT-Vorrichtung (40) werden zu einer auswertenden

Verarbeitungsvorrichtung (50) gesendet, welche eine

5 Bilderkennungsvorrichtung (60) und eine Bildanzeigevorrichtung (70) mit einschließt. Die Steuerungsvorrichtung liefert das Ergebnis an die HFU-Steuerungseinheit (80), welche die Energieabgabe durch Steuern und Regeln der HFU-Vorrichtung (20) steuert bzw. regelt.

10

Während der Prozedur ist der Patient (10) in einer komfortablen Position auf einem Behandlungstisch platziert, auf dem der Patient still verharren muss. Da die Prozedur nicht-invasiv ist, kann sie ohne irgendeine Sedation bzw. Beruhigung und ohne dem

15 Patienten unangenehm zu sein, durchgeführt werden. Der Behandlungstisch ist innerhalb der MRT-Vorrichtung (40)

angeordnet, so dass die MRT-Bilder während der Prozedur aufgenommen werden können, um die gezielten Läsionen zu orten und den Fortschritt der Behandlung zu überwachen. Die MRT-

20 Vorrichtung (40) muss Bilder der Arterien aufnehmen können, welche sehr scharf und detailgenau sind, so dass die Basis der Plaque präzise identifiziert werden kann, und zwar auf der Rückseite der Plaque an der Gefäßwand. Eine MRT-Vorrichtung (40), welche Bilder mit der Fähigkeit zur Visualisierung des

25 Gewebes auf einer Nanometerskala bei der Aufnahme liefern kann, wie etwa eine 1, 5, 3 oder 7 Tesla-MRT-Einheit, kann in erfindungsgemäßen Ausführungsformen eingesetzt werden, um diese präzisen Bilder zu liefern.

30 Der Patient (10) wird ebenso während der Dauer der Prozedur bzw. der Behandlung mittels einer EKG-Überwachungsvorrichtung (30) überwacht. Die EKG-Überwachungseinheit (30) kann ein Standard-12-Kanal-EKG sein oder kann unter Verwendung von weniger Kanälen durchgeführt werden. Ähnlich wie alle anderen



Komponenten, die in oder nahe der MRT-Vorrichtung (40) eingesetzt werden, darf die EKG-Überwachungsvorrichtung (30) kein eisenhaltiges Material umfassen. Das Schlagen des Herzens des Patienten führt zu einer Bewegung des Herzens sowie aller Arterien, da sie sich mit jeder Herzkontraktion ausweiten. Das EKG wird eingesetzt, um zu ermöglichen, dass das System diese Bewegung kompensiert. Um zweckmäßige MRT-Bilder zu erhalten, wird die Aufnahme der MRT-Bilder zeitlich derart abgestimmt, dass sie dem Herzschlag des Patienten entsprechen, so dass jedes Bild zum gleichen Punkt im Herzrhythmus aufgenommen wird. Zum Beispiel kann die MRT-Vorrichtung zeitlich derart abgestimmt sein, dass sie Bilder während der Diastole, d.h. der Relaxationsphase des Herzens, aufnimmt. Ähnlich wird die Abgabe der HFU-Therapie unter Verwendung der EKG-Überwachungsvorrichtung (30) zeitlich auf den Herzzyklus abgestimmt. Nachdem der Zielort unter Verwendung eines MRT-Bildes identifiziert worden ist, wird eine HFU-Therapie an dem Zielort ausgeführt. Um eine korrekte örtliche Abstimmung des Zielortes während der Behandlung sicherzustellen, ist der Punkt während des Herzzyklus, bei welchem das MRT-Bild aufgenommen wird, der gleiche wie der Punkt, an welchem die HFU-Therapie angewendet wird. Dadurch ist der unter Verwendung des MRT-identifizierten Zielortes der gleiche wie der Ort, an dem die HFU-Therapie angewendet wird.

Die EKG-Daten werden während der Behandlung an eine Verarbeitungsvorrichtung (50) weitergeleitet. Die Verarbeitungsvorrichtung (50) wertet die EKG-Daten aus und liefert Instruktionen für die MRT-Vorrichtung (40) und die HFU-Steuerungsvorrichtung (80). Die Verarbeitungsvorrichtung (50) empfängt ebenso Daten von der MRT-Vorrichtung (40) und umfasst eine Bilderkennungsvorrichtung (60) und eine Bildanzeigevorrichtung (70). Die Bilderkennungsvorrichtung (60) kann durch Auswerten des Signals in den MRT-Bildern zur



Identifizierung von Plaque innerhalb der Arterien eingesetzt werden. Alternativ kann ein Arzt visuell die Plaque auf der Bildanzeige (70) des MRT-Bildes identifizieren. In einigen Ausführungsformen identifiziert die Bilderkennungs-
5 (60) die Plaque und der Arzt verifiziert die Identifizierung unter Verwendung der Bildanzeigevorrichtung (70). Die Bilderkennungs-
vorrichtung (60) und/oder der Arzt identifizieren den Ort der Basis eines jeden Plaques, welche das Ziel der HFU-Therapie ist.

10

Nachdem ein oder mehrere Zielorte durch die Verarbeitungsvorrichtung (50) und/oder den Arzt identifiziert worden sind, wird ein Behandlungsplan entwickelt. Eine
einzelne Plaque kann einen Zielort oder mehrere Zielorte

15

entlang der Basis der Plaque umfassen. Zusätzlich kann ein Individuum mehrere Plaques haben. In einigen Fällen wird der Behandlungsplan eine HFU-Abgabe an alle identifizierten
Plaquebasen haben. In anderen Fällen kann es gewünscht sein, selektiv nur einige Plaquebasen oder Teile der Plaquebasen zu

20

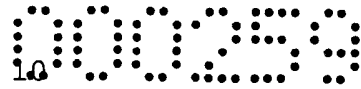
behandeln und andere unbehandelt zu lassen. Deshalb umfasst der Behandlungsplan die Entscheidung, welche Plaquebasis behandelt wird und diese Orte werden die Zielorte. Für jeden
Zielort muss ebenso die ideale Ausrichtung der HFU-Vorrichtung (20) mit dem Patienten (10) bestimmt werden. Dies wird von dem

25

Ort des Zielortes sowie von Faktoren wie etwa der individuellen Patienten-anatomie abhängig sein.

Die folgenden Parameter hängen von der Größe und dem Ort der Plaque, wie er durch die MRT-Vorrichtung (40) aufgezeichnet
30 worden ist, ab:

- spezifischer Winkel oder Ort der Abgabe;
- Intensität der zu emittierenden Ultraschallenergie-
wellen;
und
- Zeitdauer für die Abgabe der Ultraschallenergie-
wellen.



In einigen Fällen kann die Behandlung mittels eines stationären HFU-Strahls bei einem einzelnen Winkel ausgeführt werden. Alternativ kann es bevorzugt sein, HFU an einem

5 Zielort unter Verwendung eines stationären HFU-Strahls bei mehr als einem Behandlungswinkel anzuwenden bzw. abzugeben. In einigen Fällen kann HFU abgegeben werden, wenn sich der Strahl über einen Bogen von Behandlungswinkeln bewegt bzw. rotiert. In noch weiteren Fällen kann HFU über viele Bögen von

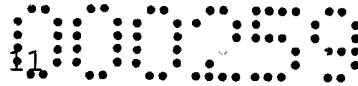
10 Behandlungswinkeln abgegeben werden. Dies kann mittels eines Multilokus- bzw. Multifokus-Transducers gemacht werden. Das Verfahren schließt den Schritt des Versetzens der Strahlenquelle mit ein. Das Versetzen kann linear oder in einem Winkel erfolgen. Durch die Behandlung mittels Abgabe

15 unter Verwendung von mehr als einem Behandlungswinkel wird die Menge der auf das Gewebe außerhalb des Zielortes abgegebenen Energie minimiert und deshalb kann das Risiko einer Schädigung von anderem Gewebe verringert oder eliminiert werden. Für jeden Behandlungswinkel und für jeden Zielort muss eine

20 Zieltemperatur ausgewählt werden. Deshalb umfasst der Behandlungsplan die Details, welche Zielorte behandelt werden sollen, den Winkel, mit welchem HFU abgegeben wird, ob mehrere Behandlungswinkel zur Abgabe von HFU an dem Zielort eingesetzt werden und was die endgültige Temperatur des Zielortes für

25 jede HFU-Abgabe sein soll. Die Abgabe der Ultraschallenergie wellen erfolgt entweder im Intervall oder gepulst, wobei die Quelle der Ultraschallabgabe nach jedem Puls oder nach einer Serie von Pulsen versetzt wird. Der Winkel der Abgabe kann konstant sein oder kann sich nach

30 irgendeinem Puls oder einer Serie von Pulsen ändern. Diese Bestimmungen können durch die Verarbeitungsvorrichtung (50) gemäß der einprogrammierten Grundsätze bzw. Richtlinien, durch den Arzt oder durch den Arzt in Kombination mit der Verarbeitungsvorrichtung (50) durchgeführt werden.



Die HFU-Abgabe über einen Bogen von Behandlungswinkeln kann entweder sich bewegend bzw. rotierend oder stationär sein. Wenn der Behandlungsplan für eine sich bewegend bzw.

5 rotierende Abgabe von HFU über einen Winkelbogen sein soll, wird die HFU-Behandlung durchgeführt, während die HFU-Vorrichtung aktiv bewegt wird. Jedoch kann die sich bewegend bzw. rotierende Abgabe der HFU-Behandlung der Arterien nur während eines bestimmten Zeitfensters in jedem Herzzyklus

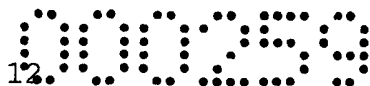
10 durchgeführt werden, und zwar aufgrund der Bewegung der Arterien. Deshalb kann der Bogen der bewegten bzw. rotierenden Behandlung durch eine Serie von Minibögen ausgeführt werden, wobei die Behandlung durchgeführt wird, wenn die HFU-Vorrichtung über eine Serie von Minibögen mit jedem Herzschlag

15 sich bewegt bzw. rotiert. Zum Beispiel kann während eines ersten Herzschlags die Behandlung bei einem ersten Winkel beginnen und sich zu einem zweiten Winkel weiter bewegen bzw. weiter rotieren, um so einen ersten Minibogen auszubilden. Mit dem nächsten Herzschlag kann die Behandlung beim zweiten

20 Winkel weitergehen und sich zu einem dritten Winkel weiterbewegen, und zwar unter Erzeugung eines zweiten Minibogens, welcher sich an den ersten Minibogen anschließt. Die Behandlung wird somit weiter über die Minibögen bewegt bzw. rotiert, bis die Minibögen zusammen den geplanten

25 Behandlungsbogen ausbilden. Alternativ kann die stationäre Behandlung über einen Bogen aus Winkeln durchgeführt werden, ohne dass während der HFU-Abgabe rotiert wird. Zum Beispiel kann während eines ersten Herzschlags die Behandlung mittels eines stationären HFU-Strahls bei einem ersten Winkel

30 durchgeführt werden. Die HFU-Vorrichtung kann leicht angepasst werden, zum Beispiel um einen Millimeter, und während eines zweiten Herzschlages würde die Behandlung mittels der stationären HFU-Vorrichtung bei einem zweiten Winkel durchgeführt werden, welcher nahe zu dem ersten Winkel ist.



Die HFU-Vorrichtung kann weiter betrieben werden, um die nachfolgenden Behandlungswinkel einzustellen, bis die Behandlung bei einer Serie von Winkeln durchgeführt worden ist, welche einen Bogen an Behandlungswinkeln bildet.

5

Alternativ wird ein Multifokus- bzw. Multilokus-Transducer oder ein Bogen mit mehr als einem Transducer (Koppler), welcher in einer fortlaufenden Art und Weise Energie abgibt, in Größe und Format dem Zielgefäß angepasst.

10

Die Verarbeitungsvorrichtung sendet gemäß dem Behandlungsplan Instruktionen an die HFU-Steuerungsvorrichtung (80), welche die HFU-Abgabevorrichtung (20) steuert bzw. regelt. Falls die HFU-Abgabevorrichtung (20) innerhalb der MRT-Vorrichtung (40) angeordnet ist, darf sie kein eisenhaltiges Material umfassen.

15

Während der Behandlung ist die Behandlungsfläche der HFU-Abgabevorrichtung (20) in Kontakt mit der Oberfläche des Patienten (10), zum Beispiel dem Hals, der Leiste oder der Brust des Patienten, und zwar entweder direkt oder über eine dazwischenliegende Substanz wie etwa ein Gelplatte. Falls eine Gelplatte eingesetzt wird, kann sie komprimiert werden, um den Abstand zwischen der Patientenoberfläche und dem Zielort in dem Gefäß zu korrigieren. Der Einsatz einer Gelplatte kann deshalb für Behandlungspläne geeignet sein, welche eine

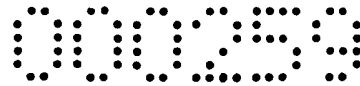
20

rotierende Abgabe der HFU-Therapie über einen Behandlungsbogen erfordern, so dass der Abstand zwischen der HFU-Vorrichtung und dem Zielort konstant bleibt, während die HFU-Vorrichtung um den Zielort rotiert bzw. bewegt wird. Die

25

Ultraschallabgabevorrichtung (20) ist mobil und kann präzise positioniert und relativ zu dem Patienten (10) im Winkel angeordnet werden, um HFU präzise an den Zielort zu leiten. Der maximale Abstand zwischen der Ultraschallabgabevorrichtung (20) und dem Zielort ist bevorzugt weniger als ungefähr 6 cm.

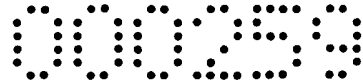
30



Dieser maximale Abstand kann bei der Entwicklung des Behandlungsplans berücksichtigt werden.

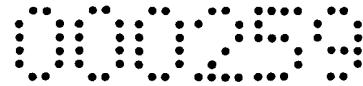
Die HFU-emittierende Ultraschallabgabevorrichtung (20) gibt
5 Ultraschallwellen an den Zielort an der Basis der Plaque ab,
wobei an dem Zielort eine Temperaturerhöhung verursacht wird.
Die Größe des HFU-Fokuspunkts ist bevorzugt kleiner als
ungefähr 15 cm^3 . Dies kann unter Verwendung von HFU-Wellen bei
einer Frequenz zwischen ungefähr 0,8 und ungefähr 4 Hz und mit
10 einer Intensität des Fokus zwischen ungefähr 500 und ungefähr
 3.000 Watt/cm^2 erzielt werden. Die HFU-Abgabevorrichtung (20)
gibt HFU an den Zielort in wiederholten kurzen Intervallen
gemäß den Instruktionen der Verarbeitungsvorrichtung (50) ab,
welche mit einem speziellen Punkt in dem Herzzyklus korreliert
15 sind, wie er mittels des EKG detektiert worden ist. Die Dauer
einer jeden HFU-Abgabe kann von annähernd 80 ms bis annähernd
1 Sekunde liegen. Die geeignete Dauer einer jeden HFU-Abgabe
hängt von der individuellen Herzfrequenz des Patienten ab. Die
Dauer einer jeden HFU-Abgabe kann von kurzer Dauer sein, die
20 unabhängig von der Herzfrequenz des Patienten für die meisten
aller Patienten geeignet ist. Alternativ kann die Dauer der
HFU-Abgabe für jeden Patienten individuell in Abhängigkeit von
der gemessenen Herzfrequenz bestimmt werden. Letztendlich kann
die Dauer einer jeden HFU-Abgabe während einer individuellen
25 Behandlung eines Patienten als Reaktion auf die gemessene
Herzfrequenz variiert werden.

Die HFU-Abgabevorrichtung (20) setzt die HFU-Abgabe an den
Zielort fort, bis das Gewebe die gewünschte Temperatur gemäß
30 des Behandlungsplans erreicht hat. In einigen
Ausführungsformen ist die maximal erwünschte Temperatur des
Zielortes annähernd 80°C . Die Temperatur des Zielortes wird
durch die Verarbeitungsvorrichtung (50) basierend auf den
Bildern bestimmt, die durch die MRT-Vorrichtung (40) geliefert



werden. Um den Temperaturanstieg zu überwachen, kann das System periodisch MRT-Bilder während des Behandlungsprozesses aufnehmen. Zum Beispiel kann das System ein MRT-Bild nach jeder Abgabe einer HFU-Behandlung aufnehmen. Alternativ können 5 MRT-Bilder während der Abgabe der HFU-Behandlung aufgenommen werden. Zum Beispiel kann ein MRT-Bild während der anfänglichen Behandlung aufgenommen werden, und dann nach einigen HFU-Pulsen wiederholt werden. Die MRT-Bilder können dann während der Behandlung wiederholt aufgenommen werden, um 10 den Fortschritt aufzuzeichnen. Das Signal der MRT-Bilder an dem Zielort verändert sich in einer Art und Weise, welche mit der Temperatur des Gewebes übereinstimmt. Die Verarbeitungsvorrichtung (50) umfasst eine Vorrichtung, welche die Änderungen in dem MRT-Bild des Zielortes auswerten kann, 15 um die Temperatur des Gewebes zu bestimmen. Falls die gewünschte Temperatur erreicht ist, leitet die Verarbeitungsvorrichtung (50) die HFU-Steuerungsvorrichtung (80) an, die HFU-Abgabe zu unterbrechen.

20 Fig. 2 stellt ein Behandlungsverfahren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dar. Die Behandlung beginnt beim Start, Schritt 100. Im Schritt 102 werden MRT-Bilder der Koronargefäße bzw. Herzkranzgefäße aufgenommen. Die MRT-Bilder werden im Schritt 104 zur Identifizierung von Plaque und den 25 Zielorten an der Basis der Plaque eingesetzt. Basierend auf den MRT-Bildern wird im Schritt 106 ein Behandlungsplan durch die Verarbeitungsvorrichtung und/oder den Arzt entwickelt. Eine HFU-Therapie wird dann im Schritt 108 präzise an dem Ort in der Gefäßwand über einen stationären Strahl oder einen 30 rotierenden Strahl durchgeführt. MRT-Bilder des Zielortes werden im Schritt 110 aufgenommen. Das MRT-Bild wird verarbeitet, um im Schritt 112 zu bestimmen, ob die gewünschte Temperatur gemäß dem Behandlungsplan erzielt worden ist. Falls die gewünschte Temperatur noch nicht erreicht worden ist,



werden die Schritte der HFU-Therapie 108, des MRT-Bildaufnahmeverfahrens 110 und der MRT-Bildverarbeitung 112 wiederholt, bis die gewünschte Temperatur erzielt worden ist.

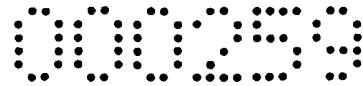
- 5 Eine Bestimmung, ob der Behandlungsplan weitere Behandlungswinkel oder Behandlungswinkelbögen an dem Zielort erfordert, wird im Schritt 114 vorgenommen. Wenn ein weiterer Behandlungswinkel oder Winkelbogen geplant ist, werden der Anfangsort und der Winkel der HFU-emittierenden Vorrichtung am
- 10 Anfang im Schritt 116 eingestellt und eine HFU-Therapie wird im Schritt 108 wiederum an dem gleichen Zielort mit einem neuen Winkel durchgeführt. Eine MRT-Bildaufnahme und Bildverarbeitung werden in den Schritten 110 und 112 wiederholt, bis die gewünschte Temperatur unter Verwendung der
- 15 neuen HFU-Vorrichtungswinkel erzielt worden ist.

Wenn keine weiteren Behandlungswinkel für einen Zielort geplant sind, wird in Schritt 118 festgestellt, ob eine weitere Behandlung für einen weiteren Zielort geplant ist.

- 20 Falls keine Behandlung für andere Zielorte geplant ist, dann ist die Behandlung im Schritt 122 an ihrem Ende. Wenn jedoch weitere Behandlungsorte geplant sind, dann wird der Ort der HFU-Vorrichtung im Schritt 120 angepasst, um HFU an einen neuen Zielort abzugeben und der Prozess wird für den neuen
- 25 Behandlungsort wiederholt. Dies wird so lange wiederholt, bis alle geplanten Zielorte behandelt worden sind.

Durch HFU-Abgabe bzw. Anwendung an die Basis der Plaque erfährt das Zielgewebe in der Gefäßwand einen

- 30 Temperaturanstieg. Dieser Temperaturanstieg führt zu einer Entzündung des Gewebes und später zu einer Narbenbildung, welche zur Reduzierung oder Zerstörung des Vaso Vasorum, welches die vaskuläre Zuführung zu der Basis der Plaque ist, reduziert oder zerstört. Es wird angenommen, dass der Verlust

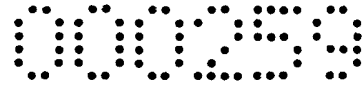


der Vaskularisierung an der Gefäßwand an der Basis der Plaque zu einer eventuellen Rückbildung der Plaque führt. Da die HFU sehr präzise ist, kann sie Energie an die Basis der Plaque ohne Schädigung der Gefäßwand abgeben. Auf diese Art und Weise
5 kann eine HFU-Therapie zur nicht-invasiven Reduzierung oder Eliminierung von Plaque eingesetzt werden.

Ausführungsformen der Erfindung behandeln Arteriosklerose-Erkrankungen unter Verwendung von einer gezielten
10 Ultraschalltherapie nicht-invasiv, um so die Risiken zu vermeiden, die mit invasiven Eingriffen einhergehen. Zusätzlich wird durch die Vermeidung eines medizinischen Eingriffes bzw. einer Operation der Behandlungsprozess für den Patienten und den Arzt vereinfacht, kann schneller
15 durchgeführt werden, bringt weniger Beschwerden für den Patienten mit sich sowie eine schnellere und einfachere Genesung. Ferner ermöglicht sie eine Therapiemöglichkeit für Patienten, die nicht für einen medizinischen bzw. operativen Eingriff geeignet sind. Während einige Ausführungsformen der
20 Erfindung zum Einsatz in großen Arterien geeignet sind, kann die Behandlung ebenso zur Reduzierung von Arteriosklerose in anderen Orten im Körper einschließlich der koronaren Arterien bzw. Herzkranzgefäße durchgeführt werden.

25 Das bildgeführte, kardiale Entfernungsverfahren und -system kann potentiell in den folgenden vaskulären Anwendungen eingesetzt werden.

Zur Eliminierung von Arteriosklerose, was die Entfernung von
30 arteriosklerotischen Plaques typischerweise in A. femoralis, in A. carotis, in A. renalis oder in einer Koronararterie umfasst. Es kann ebenso zur Eliminierung einer Thrombolyse, welche intrakranielle Thrombose, eine Thrombose in Hämodialyse-Ableitungen, Thrombose im linken Vorhofansatz



(left arterial apendage - LAA), einer venösen Thrombose und einer Lungenembolie umfasst, eingesetzt werden. Es kann ferner zur Eliminierung von Gefäßverschlüssen eingesetzt werden, die typischerweise bei medizinischen Bedingungen wie etwa einer
5 Blutung, einem Einstichverschluss, einer Varikose, eines Pseudo-Aneurysma, einer vaskulären Fehlbildung im Gehirn und in einer blutleeren Resektion von Organen, einem Bluten von ösophagealen Krampfadern und ebenso zur Trennung von
10 Zwillingen, die sich eine einzige Plazenta teilen, eingesetzt werden.

Das bildführende kardiale Entferungsverfahren und -system kann potentiell auch für den Einsatz in den folgenden nicht-vaskulären Anwendungen ausgeweitet werden:

15 In Fällen bezüglich bösartigen Tumoren einschließlich Prostatakarzinomen, Brustkarzinomen, hepato-zellulären (Leber) Karzinomen, Nierenzellkarzinomen, Harnblasenkarzinomen, Magen- bzw. Pankreaskrebs und Osteosarkomen. Es kann ebenso in
20 anderen nicht-vaskulären Anwendungen, die sich nicht auf bösartige Tumoren beziehen, wie etwa einer gutartigen Prostata-Hypertrophie, Uterusfibromen, Fibroadenom (Brust, Leber) eingesetzt werden.

25 Das bildführende kardiale Entferungsverfahren und -system kann ferner noch für die Behandlung von Glaukomen, einer Schmerzbehandlung, einer Behandlung von funktionellen Störungen des Gehirns (Epilepsie, Parkinson-Krankheit), einer
Lytotomie (Harnblase, Galle), einer Vasektomie, einer
30 Synovektomie (bei der rheumatoiden Arthritis), der Entfernung von Hautläsionen (valvuläre Dystrophie, Lymphdrainage, Hautpflege) und ebenso im Falle eines Vorhofflimmerns (MAZE-Prozedur).



Es kann ebenso bei Anwendungen bei dem Gen-Targeting und bei der Arzneimittelverabreichung eingesetzt werden.

Während hier auf spezielle Elemente der bevorzugten

- 5 Ausführungsform merklich Wert gelegt wurde, soll angemerkt werden, dass mehrere Abänderungen und mehrere Modifikationen in den bevorzugten Ausführungsformen durchgeführt werden können, ohne von den Prinzipien der Erfindung abzuweichen. Diese und andere Änderungen in der bevorzugten Ausführungsform
- 10 sowie andere Ausführungsformen der Erfindung werden dem Fachmann aus der hierin offenbarten Beschreibung klar, wodurch es grundsätzlich so zu verstehen ist, dass die vorhergehende beschreibende Art und Weise lediglich zur Veranschaulichung der Erfindung und nicht als Beschränkung zu interpretieren ist.

Systemdiagramm

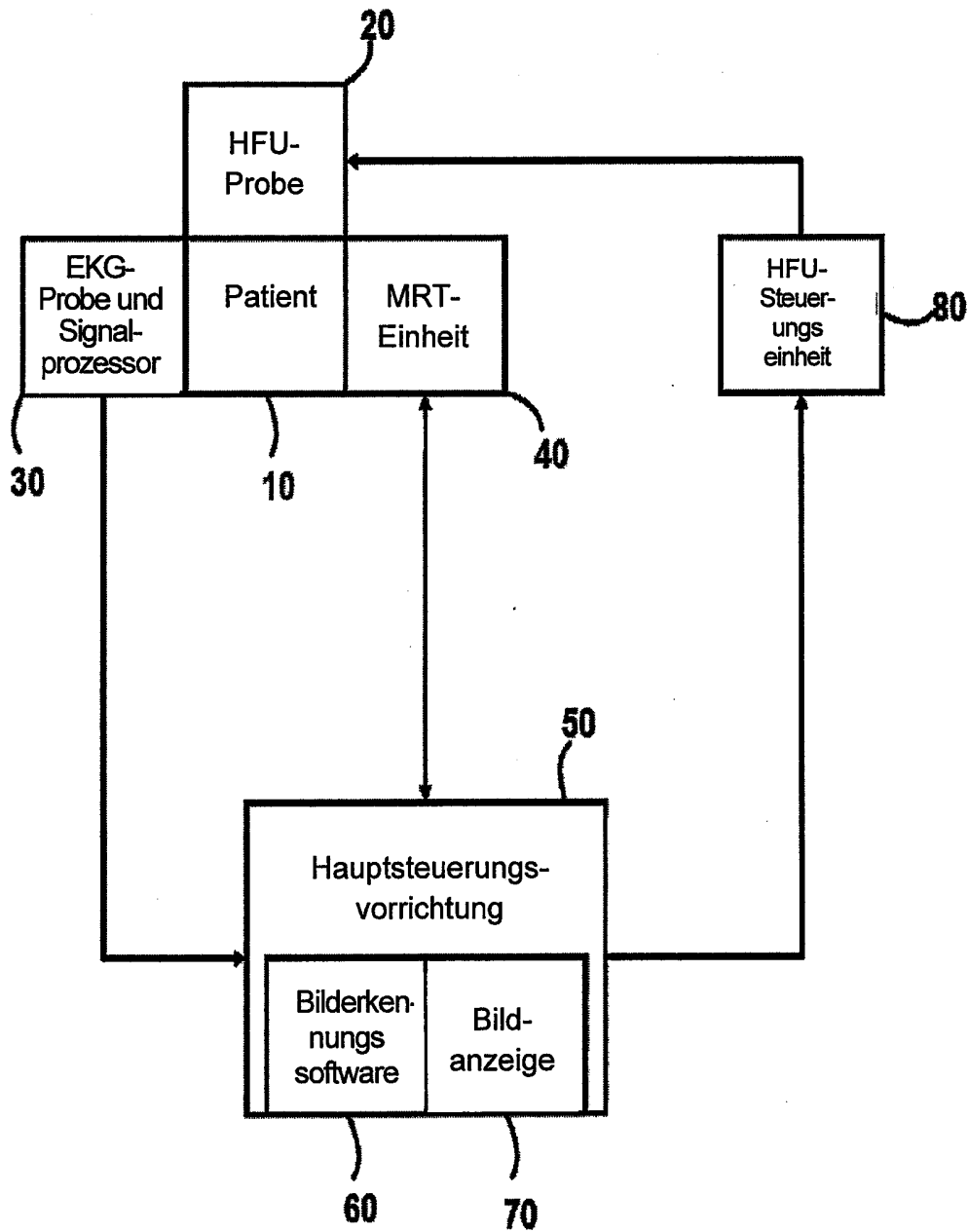


FIG 1

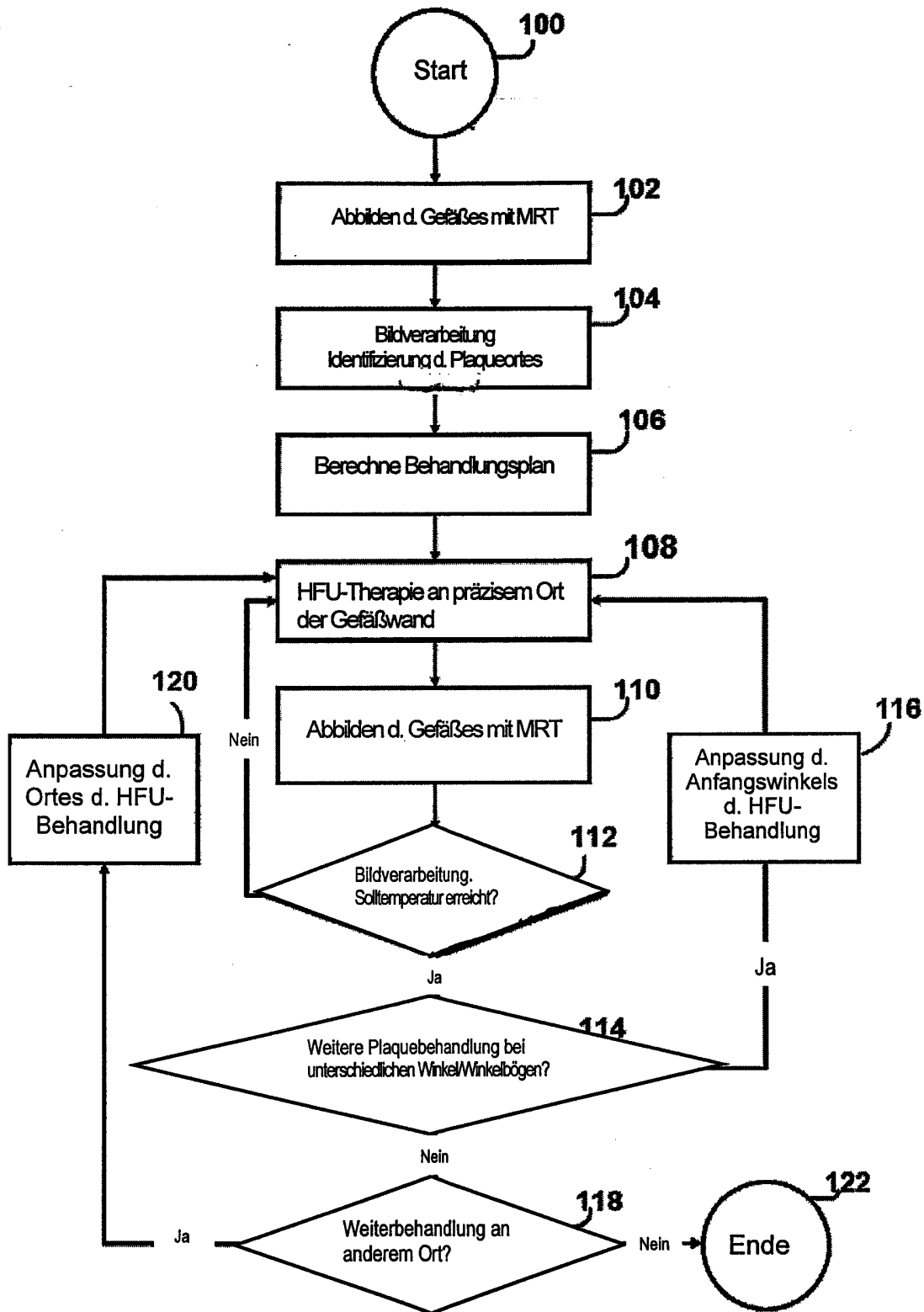


FIG 2



re: PCT-Anmeldung PCT/US2008/007842
Veröffentlichungsnummer WO 2009/002492
International Cardio Corporation in Chaska, Minnesota (USA)

Geänderte Patentansprüche:

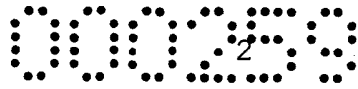
1. Ein System zur nicht-invasiven Erhöhung der Temperatur von Gewebe durch UltraschallenergieWellen, umfassend:
 - 5 - wenigstens eine Ultraschallabgabevorrichtung (20), die zur Abgabe von UltraschallenergieWellen an einen Fokuspunkt des Zielgewebes angepasst ist;
 - eine Temperaturüberwachungsvorrichtung zur Überwachung der Temperatur des Zielgewebes; und
 - 10 - eine Steuerungsvorrichtung (80) zur Steuerung und Regelung der Ultraschallabgabevorrichtung (20), um UltraschallenergieWellen zu einem Fokuspunkt von weniger als ungefähr 15 mm^3 und einer Fokusintensität der UltraschallenergieWellen im Bereich von ungefähr 500 W/cm^2 bis ungefähr 3.000
 - 15 W/cm^2 abzugeben, um die Temperatur des Zielgewebes auf eine gewünschte Temperatur zu erhöhen.

2. Das System nach Anspruch 1, das ferner eine bildgebende Vorrichtung (40) umfasst, die zur Erzeugung eines Bildes von
20 wenigstens einem Teil eines Säugetierkörpers angepasst ist.

3. Das System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die bildgebende Vorrichtung (40) eine Kernspinresonanz-Bildaufnahmevorrichtung ist.
25

4. Das System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, das ferner eine BilderkennungsVorrichtung (60) umfasst, die zur Bestimmung des Ortes von wenigstens einem vaskulären Plaque in dem Bild und zur Ermittlung des Ortes der Basis des vaskulären
30 Plaques angepasst ist, wobei die Vorrichtung ferner einen oder mehrere Zielorte an der Basis des Plaques ermittelt.

5. Das System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Ultraschallabgabevorrichtung ein Multifokus-Transducer ist.



6. Das System nach Anspruch 5, wobei die Ultraschallabgabevorrichtung aus nicht-eisenhaltigem Material ist und in der MRT-Vorrichtung lokalisiert ist.

5

7. Das System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Ultraschallabgabevorrichtung zur winkelligen und/oder linearen Versetzung angepasst ist.

10 8. Das System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, das ferner eine Überwachungsvorrichtung (30) zur Überwachung der relativen Position des Zielgewebes hinsichtlich des Herzrhythmus umfasst.

15 9. Das System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Steuerungsvorrichtung (80) zur Aufnahme eines therapeutischen Behandlungsplans für die Parameter zur Abgabe der Energiewellen mittels manuellen Eingriffs und/oder aus einer automatischen Steuerungseinheit angepasst ist.

20

10. Das System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Steuerungsvorrichtung (80) zur Steuerung der Ultraschallabgabevorrichtung (20) für die Abgabe von periodisch gepulsten Ultraschallenergiewellen angepasst ist.

25

11. Das System nach Anspruch 10, wobei die Steuerungsvorrichtung (80) eine zeitliche Steuerungsvorrichtung zur Bestimmung des Startens und Stoppens eines jeden Pulses relativ zu dem Herzrhythmus umfasst.

30

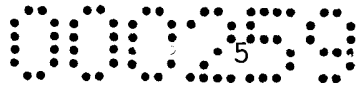
12. Das System nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Ultraschallabgabevorrichtung (20) eine Hochfrequenzultraschallvorrichtung mit Energiewellen im Bereich von ungefähr 0,8 MHz bis ungefähr 4 MHz ist.



13. Eine Steuerungsvorrichtung (80) für eine Ultraschallabgabevorrichtung (20), die einen Ultraschallstrahl zu einem Fokuspunkt eines Ziels abgibt, wobei der Fokuspunkt der Energiewellen kleiner als ungefähr 15 mm^3 ist und wobei die Steuerungsvorrichtung zum Leiten der Ultraschallabgabevorrichtung angepasst ist, um Energiewellen mit einer Intensität von zwischen ungefähr 500 W/cm^2 und ungefähr 3.000 W/cm^2 an den Fokuspunkt für die Erhöhung der Temperatur des Zielortes auf eine gewünschte Temperatur abzugeben, und ferner eine Verarbeitungsvorrichtung (50) zur Bestimmung der Temperatur des Ziels an dem Fokuspunkt basierend auf den aus einer Temperaturüberwachungsvorrichtung erhaltenen Bilddaten umfasst.
14. Ein Verfahren zur Erhöhung der Temperatur an einem Zielort mittels einer Energiewelle, umfassend die Schritte:
- Abgeben eines Strahls an Ultraschallenergiewellen aus einer Quelle an den Zielort, wobei die Ultraschallenergiewellen einen Fokuspunkt von weniger als ungefähr 15 mm^3 und eine Intensität an dem Fokuspunkt zwischen ungefähr 500 W/cm^2 und ungefähr 3.00 W/cm^2 haben;
 - Überwachen der Temperatur des Zielortes; und
 - Abbrechen der Abgabe des Strahls an Ultraschallenergiewellen, wenn eine gewünschte Temperatur an dem Zielort erreicht worden ist.
15. Das Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Verfahren ferner den Schritt der Einstellung der Frequenz der Ultraschallenergiewellen zwischen ungefähr $0,8 \text{ MHz}$ und ungefähr 4 MHz umfasst.
16. Das Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei der Zielort ein einzelner Punkt und/oder mehrere Punkte ist.



17. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 16, wobei der Zielort mehrere Punkte in einem Bogen und/oder einer Serie von Minibögen ist.
- 5 18. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 17, wobei der Strahl der Ultraschallenergie wellen in der Form eines stationären Strahls ist.
19. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 18,
10 wobei der Strahl der Ultraschallenergie wellen in der Form eines rotierenden Strahls ist.
20. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 19,
15 wobei der Strahl der Ultraschallenergie wellen in der Form eines rotierenden Strahls mit einem Winkel zu dem Zielort ist.
21. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 20, wobei das Verfahren den Schritt der linearen und/oder winkeli- gen Versetzung der Strahlquelle umfasst.
- 20 22. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 21, wobei die Abgabe der Ultraschallenergie wellen gepulst oder perio- disch ist.
- 25 23. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 22, wobei die Abgabe der Ultraschallenergie wellen gepulst ist und das Verfahren den Schritt der Versetzung der Quelle der Ultra- schallenergie wellen nach einer Pulsserie umfasst.
- 30 24. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 23, wobei die Abgabe der Ultraschallenergie wellen gepulst ist und den Schritt des Veränderns des Winkels nach der Abgabe einer Pulsserie umfasst.



25. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 24, wobei die Abgabe der Ultraschallenergiwellen gepulst ist und das Verfahren den Schritt der Veränderung des Winkels der Abgabe nach jedem Puls umfasst.

5

26. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 25, wobei die Abgabe der Ultraschallenergiwellen periodisch ist und das Verfahren ferner den Schritt der Synchronisierung der Abgabe mit dem Herzrhythmus umfasst.

10

27. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 26, wobei das Verfahren den Schritt der Abgabe der Ultraschallenergiwellen in der Form von Pulsen und einen weiteren Schritt der Synchronisierung des Pulses mit dem Herzrhythmus umfasst.

15

28. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 27, wobei das Verfahren ferner den Schritt der Überwachung des Herzrhythmus eines Patienten umfasst.

20

29. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 28, wobei die Abgabe des Strahls und die Bildgebung an einem bestimmten Punkt in Übereinstimmung mit dem Herzrhythmus aktiviert werden.

25

30. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 29, wobei das Verfahren ferner den Schritt der Sicherstellung des Inkontaktbringens der Quelle der Ultraschallenergiwellen mit der Oberfläche des Patienten an einem zweckmäßigen vorbestimmten Ort umfasst.

30

31. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 14 bis 30, welches ferner den Schritt des Abbildens eines Bereichs eines



Patientenkörpers zur Erzeugung eines Bildes umfasst, wobei das Bild mittels Kernspinresonanz-Bildaufnahme erzeugt wird.

5 32. Das Verfahren nach Anspruch 31, wobei das Verfahren ferner den Schritt des Aufnehmens eines Kernspinresonanzbildes nach der Abgabe eines jeden periodischen Pulses umfasst.

10 33. Das Verfahren nach Anspruch 32, wobei das Verfahren den Schritt des Aufnehmens eines Kernspinresonanzbildes während des Pulses umfasst.

15 34. Das Verfahren nach Anspruch 32 oder 33, wobei das Verfahren den Schritt der Aufnahme eines anfänglichen Bildes und die Aufnahme wenigstens eines Bildes nach mehrere Pulsen umfasst.

20 35. Das Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 32 bis 34, wobei das Verfahren den Schritt der Auswertung der Änderungen in den Kernspinresonanzbildern zur Bestimmung der mit dem Zielort übereinstimmenden Temperatur umfasst.

25 36. Ein Verfahren zur Erzeugung eines Plans für eine nicht-invasive Erhöhung der Temperatur von Gewebe in einer Gefäßwand, welche zu einer Rückbildung vaskulärer Plaque führt, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- 30
- Abbilden wenigstens eines Teils eines Körpers zur Erzeugung eines Bildes;
 - Bestimmen des Ortes wenigstens einer vaskulären Plaque in dem Bild;
 - Ermitteln des Ortes der Basis der vaskulären Plaque und eines oder mehrerer Zielorte an der Basis der Plaque;
 - Bestimmen der Parameter zur Abgabe von Ultraschallenergie-
wellen aus einer Quelle zu einem Fokuspunkt von weniger als
ungefähr 15 mm^3 und mit einer Intensität am Fokus von den
Ultraschallenergie-Wellen im Bereich von ungefähr 500 W/cm^2



bis ungefähr 3.000 W/cm^2 zur Erhöhung der Temperatur des Zielgewebes in der Gefäßwand auf eine gewünschte Temperatur, die zur Reduzierung oder Zerstörung von Vaso Vasorum hinreichend ist.

5

37. Das Verfahren nach Anspruch 36, wobei die Frequenz der Ultraschallenergiwellen zwischen ungefähr 0,8 MHz und ungefähr 4 MHz ist.

23. Dez. 2009