

Vorteile

- Präzise elektrische Stimulation in 3D-Umgebung
- Integrierte Echtzeitüberwachung aller relevanten Kultur- und Stimulationsparameter
- Standardisierte und reproduzierbare Zellkultivierung

Fachbereich:

Medizintechnik
Zellbiologie / Tissue Engineering
Bioprocess- und Sensorik

Technologie-Reifegrad (TRL):

TRL 4– Funktionsnachweis im Labormaßstab

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
[DE 102018114019 B4](#)
[08/2024]

Angebot:

Lizenzierung
Entwicklungskooperation
Verkauf

Literatur:

Universität Rostock Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock

Intelligenter, elektrisch aktiver Bioreaktor zur gezielten Stimulation von Zellen für regenerative Medizin

Die Erfindung umfasst ein innovatives Bioreaktorsystem, das durch gezielte elektrische Stimulation und integrierte Sensorik die Zellkultivierung optimiert und die Regeneration von Gewebe gezielt fördert. Der Fokus liegt auf der Verbesserung der Reproduzierbarkeit, Kontrolle und Übertragbarkeit experimenteller Ergebnisse im Bereich des Tissue Engineering.

Einleitung

Elektrische Felder beeinflussen biologische Prozesse wie Zellproliferation, Differenzierung und Migration. Trotz nachgewiesener Effekte fehlt bisher eine standardisierte, reproduzierbare und kontrollierbare Plattform für die elektrische Stimulation von Zellkulturen in dreidimensionalen Umgebungen. Herkömmliche in vitro-Modelle beschränken sich oft auf zweidimensionale Systeme, die der Komplexität natürlichen Gewebes nicht gerecht werden. Die vorliegende Erfindung adressiert diesen Bedarf und bietet ein Bioreaktorsystem, das physiologisch relevante 3D-Bedingungen mit einer präzise steuerbaren elektrischen Stimulation kombiniert.

Innovation

Die Erfindung beschreibt einen intelligenten, elektrisch aktiven Bioreaktor, der speziell für den Einsatz in der regenerativen Medizin und im Tissue Engineering entwickelt wurde. Ziel ist es, eine Plattform bereitzustellen, die eine präzise, reproduzierbare und kontrollierte elektrische Stimulation von Zellen in einer dreidimensionalen Kulturumgebung ermöglicht und damit die Regeneration und Differenzierung von Geweben gezielt fördert.

Herzstück des Systems ist eine hochpräzise Stimulationseinheit, bestehend aus einem U-förmigen Titangestell mit integrierten Goldelektroden. Diese Anordnung erzeugt ein homogenes elektrisches Feld innerhalb der Kultivierungskammer, wodurch eine gleichmäßige und gezielte Stimulation der eingebrachten Zellproben gewährleistet wird. Durch die exakte Anordnung der Elektroden und die programmierbare Steuerung der Stimulationsparameter – darunter Signalform, Frequenz, Amplitude und Stimulationsdauer – können unterschiedliche Zelltypen unter optimalen Bedingungen untersucht und stimuliert werden. Die Stimulation kann kontinuierlich oder in definierten Intervallen erfolgen, was eine realitätsnahe Nachbildung physiologischer Reize erlaubt.

Ein integriertes Perfusionssystem sorgt für eine gleichmäßige Versorgung der Zellkulturen mit Nährstoffen und Gasen (O_2 und CO_2) sowie für den Abtransport von Stoffwechselprodukten. Gleichzeitig stabilisiert die Perfusion die elektrische Feldverteilung innerhalb der Kultivierungskammer, was eine gleichbleibende Qualität der Stimulation sicherstellt. Die Strömungsführung ist so ausgelegt, dass auch bei dichter Besiedlung des Kulturraums alle Zellen gleichmäßig versorgt werden – ein entscheidender Faktor für die Ausbildung homogener Gewebestrukturen.

Zur Erhöhung der Reproduzierbarkeit ist der Bioreaktor mit einem Echtzeit-Messsystem ausgestattet. Dieses erfasst kontinuierlich die angelegten elektrischen Parameter (Spannung, Stromstärke, Impedanz) sowie wesentliche physikochemische Kulturbedingungen wie Temperatur, pH-Wert und Gasgehalte. Die so erhobenen Daten ermöglichen eine adaptive Regelung der Stimulationsparameter und sichern die Konsistenz der Experimente über lange Kultivierungszeiträume.

Die gesamte Konstruktion ist hermetisch abgedichtet und aus biokompatiblen, autoklavierbaren Materialien gefertigt, was eine sterile Handhabung und langfristige Kultivierungen ohne Kontaminationsrisiko ermöglicht. Das modulare Design erlaubt die Anpassung der Kultivierungskammer an unterschiedliche Probenarten und Volumina. Durch die Kombination dieser Merkmale bietet die Erfindung eine bislang nicht verfügbare technische Lösung für die standardisierte und gezielte elektrische Modulation von Zellverhalten in 3D-Kulturen.

Dieses System eröffnet neue Möglichkeiten für die Forschung und Entwicklung im Bereich der Geweberegeneration, etwa bei der Knochen- und Knorpelneubildung, der Optimierung von Implantatmaterialien oder der Entwicklung elektrisch aktiver Biomaterialien. Es ist gleichermaßen geeignet für die Grundlagenforschung wie für präklinische Tests und kann perspektivisch in die Entwicklung personalisierter Therapien integriert werden.

Vorteile

- Präzise elektrische Stimulation in 3D-Umgebung
- Integrierte Echtzeitüberwachung aller relevanten Kultur- und Stimulationsparameter
- Standardisierte und reproduzierbare Zellkultivierung

Fachbereich:

Medizintechnik
Zellbiologie / Tissue Engineering
Bioprocess- und Sensorik

Technologie-Reifegrad (TRL):

TRL 4– Funktionsnachweis im Labormaßstab

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
[DE 102018114019 B4](https://patent.de/DE/102018114019_B4)
[08/2024]

Angebot:

Lizenzierung
Entwicklungskooperation
Verkauf

Literatur:

Vorteile und Anwendungspotenziale

Durch die Möglichkeit der simultanen, präzise steuerbaren Stimulationsformen schafft die Erfindung optimale Bedingungen für die Differenzierung von Zellen und die Bildung funktioneller Gewebestrukturen. Insbesondere für die Knorpel- und Knochenregeneration im Rahmen des Tissue Engineerings bietet das System entscheidende Vorteile gegenüber bestehenden In-vitro-Modellen.

Wesentliche Vorteile im Überblick:

- Elektrische Stimulation direkt in einer dreidimensionalen Zellkulturumgebung
- Echtzeitüberwachung und -regelung elektrischer und physikalischer Parameter
- Standardisierte und reproduzierbare Kultivierungsbedingungen
- Vielseitig einsetzbar für unterschiedliche Zelltypen und Biomaterialien
- Einsatzpotenzial in der Knochen- und Geweberegeneration, Implantatforschung, Arzneimittelentwicklung und Grundlagenforschung

Relevanz und Marktpotential

Der globale Markt für Zellkulturtechnologien wächst jährlich. Der Sektor der Bioprocessüberwachung und -steuerung profitiert besonders von Innovationen in Sensorik und Automatisierung. Die Erfindung adressiert eine Schlüsselanforderung dieser Märkte: präzise, standardisierte und kontrollierte elektrische Zellstimulation in 3D-Umgebungen. Sie ist relevant für Biopharmazeutika, personalisierte Medizin, regenerative Therapien und In-vitro-Testsysteme

Aktueller Stand

Bisherige Systeme zur elektrischen Stimulation von Zellen sind meist auf zweidimensionale Kulturen oder mechanische Stimulationsmethoden beschränkt und bieten nur selten eine standardisierte, reproduzierbare 3D-Umgebung. Vorhandene Bioreaktoren ermöglichen häufig keine kontinuierliche Erfassung und Regelung elektrischer Parameter, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränkt. Die vorliegende Erfindung kombiniert erstmals gezielte elektrische Stimulation, integrierte Perfusion, Echtzeit-Überwachung und sterile Langzeitkultivierung in einem geschlossenen 3D-System. Damit schließt sie eine wesentliche Lücke im Stand der Technik und schafft eine Plattform für reproduzierbare und kontrollierte Zellmodulation.

Kontakt:

Service GmbH der Universität Rostock
patente-vvb@uni-rostock.de
Tel.: +49 (0)381 498-9803

Universität Rostock
Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock