

**ZUSAMMENFASSUNG DER MERKMALE DES ARZNEIMITTELS****1. BEZEICHNUNG DES ARZNEIMITTELS**

Teceos Trockenstechampullen

**2. QUALITATIVE UND QUANTITATIVE ZUSAMMENSETZUNG**

1 Durchstechflasche enthält 13 mg Tetranatriumdihydrogenbutedronat.

Das Radioisotop ist nicht Bestandteil des Kits.

Sonstiger Bestandteil mit bekannter Wirkung: Jede Durchstechflasche enthält 3,2 mg Natrium.

Vollständige Auflistung der sonstigen Bestandteile, siehe Abschnitt 6.1.

**3. DARREICHUNGSFORM**

Kit für ein radioaktives Arzneimittel.

Gefriergetrocknetes, weißes Pulver zur Herstellung einer Injektionslösung

**4. KLINISCHE ANGABEN****4.1 Anwendungsgebiete**

Dieses Arzneimittel ist ein Diagnostikum.

Nach Markierung mit Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) kann das Arzneimittel angewendet werden:

- für die Knochenszintigraphie bei Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen, wobei Bereiche mit einer veränderten Osteogenese darstellt werden.

Die häufigsten Indikationen für die Knochenszintigraphie sind:

- Nachweis und Lokalisation, nicht aber Artdiagnostik primärer benigner und maligner Tumoren der Knochen
  - Konventionell radiologisch nicht erfassbare Frakturen (z. B. battered child, Marsch-, Stressfrakturen)
  - Osteomyelitis
  - Avaskuläre Nekrosen, Knocheninfarkte, Vitalität von Knochentransplantaten
  - Arthritiden
  - Algodystrophie (M. Sudeck)
  - Unklare Knochenschmerzen
  - Beurteilung des regionalen Knochenstoffwechsels vor einer Schmerztherapie mit osteotropen Radiopharmaka.
- für die Herzsintigraphie bei Erwachsenen mit Verdacht auf kardiale Amyloidose als Second-Line-Bildgebung nach Kardio-echographie zur Bestätigung oder zum Ausschluss der Diagnose einer kardialen Transthyretin-Amyloidose (ATTR).

## 4.2 Dosierung und Art der Anwendung

Dieses Arzneimittel darf nur in nuklearmedizinischen Einrichtungen und von autorisiertem medizinischen Fachpersonal angewendet werden.

### Dosierung

#### *Erwachsene*

Bei einem durchschnittlichen Patientengewicht von 70 kg wird pro intravenöser Injektion im Mittel eine Aktivität von 500 MBq verabreicht. Die Aktivität kann an das Patientengewicht angepasst werden (300-700 MBq).

#### *Nierenbeeinträchtigung*

Bei diesen Patienten ist eine sorgfältige Abwägung der zu verabreichenden Aktivität erforderlich, da bei diesen Patienten ein erhöhtes Strahlenexpositionsrisiko besteht.

#### *Patienten mit stark eingeschränkter Nierenfunktion*

Bei diesen Patienten kann eine Dosisanpassung notwendig sein.

#### *Kinder und Jugendliche*

Die Anwendung bei Kindern und Jugendlichen ist anhand der klinischen Erfordernisse und der Beurteilung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses in dieser Patientengruppe sorgfältig abzuwägen.

Bei Kindern und Jugendlichen wird die anzuwendende Aktivität entsprechend den aktuellen Empfehlungen der „Paediatric and Dosimetry Committees“ der EANM (Dosage Card) ermittelt: siehe „<sup>99m</sup>Tc MDP“.

Für Säuglinge unter 3 kg KG liegen keine Daten vor.

### Art der Anwendung

Zur intravenösen Anwendung nach Radiomarkierung.

Dieses Arzneimittel muss vor der Anwendung rekonstituiert werden.

Hinweise zur Rekonstitution des Arzneimittels vor der Anwendung, siehe Abschnitt 12.

Zur Vorbereitung der Patienten, siehe Abschnitt 4.4.

### Bildakquisition

#### *Knochenszintigraphie*

Die kurz nach der Injektion (z. B. während des so genannten „3-Phasen-Knochenscan“-Verfahrens) erzielten Szintigramme geben nur teilweise die metabolische Knochenaktivität wieder. Die statische Spätphasenszintigraphie soll frühestens 2 Stunden nach Injektion durchgeführt werden.

#### *Herzszintigraphie*

Bei der kardialen Bildgebung zur Amyloidosedagnostik werden 2 bis 3 Stunden nach der Injektion planare Aufnahmen der Herzregion in ap. und lateraler Projektion angefertigt. Planare Thoraxaufnahmen und/oder Ganzkörper-Aufnahmen werden empfohlen. Bei allen Fällen mit positiver planarer Szintigraphie werden SPECT-Thoraxaufnahmen angefertigt werden empfohlen, um:

- eine Überlappung mit der Knochenanreicherung zu vermeiden;
- die Blutpoolaktivität von der myokardialen Aktivität zu unterscheiden;
- die regionale Verteilung der myokardialen Anreicherung von Technetium(<sup>99m</sup>Tc)-butedronat, insbesondere im Ventrikelseptum, zu beurteilen.

### 4.3 Gegenanzeigen

Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, Natriumpertechnetat ( $^{99m}\text{Tc}$ )-Lösung oder einen der in Abschnitt 6.1 genannten sonstigen Bestandteile.

### 4.4 Besondere Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung

#### *Möglichkeit einer Überempfindlichkeit oder anaphylaktischer Reaktionen*

Bei Auftreten von Überempfindlichkeits- oder anaphylaktoiden Reaktionen muss die Verabreichung des Arzneimittels sofort abgebrochen und falls erforderlich eine intravenöse Behandlung eingeleitet werden. Um im Notfall unverzüglich reagieren zu können, sollten entsprechende Instrumente wie Endotrachealtubus und Beatmungsgerät sofort griffbereit sein.

#### *Individuelle Nutzen / Risiko - Analyse*

Bei jedem Patienten muss die Strahlenexposition durch den erwarteten Nutzen gerechtfertigt sein. Die verabreichte Aktivität sollte auf jeden Fall auf das Minimum beschränkt werden, welches für den Erhalt der diagnostischen Information benötigt wird.

Zwischen einer vorhergehenden Szintigraphie mit anderen Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ )-markierten Substanzen und der Verabreichung von Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) – butedronat muss eine Wartezeit von mindestens 2 Tagen eingehalten werden.

#### *Nierenbeeinträchtigung*

Bei diesen Patienten ist eine sorgfältige Abwägung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses erforderlich, da ein erhöhtes Strahlenexpositionsrisiko vorliegen kann.

Bei dialysepflichtigen Patienten kann die Durchführung der Dialyse vor der Szintigraphie zur besseren Kontrastierung des Knochens gegenüber Weichteilen führen.

#### *Patienten mit stark eingeschränkter Nierenfunktion*

Bei diesen Patienten ist eine besonders sorgfältige Indikationsstellung erforderlich, da ein erhöhtes Strahlenexpositionsrisiko vorliegen kann. Dies muss bei der Berechnung der zu verabreichenden Aktivität berücksichtigt werden.

#### *Kinder und Jugendliche*

Angaben zur Anwendung bei Kindern und Jugendlichen, siehe Abschnitt 4.2.

Da die effektive Dosis pro MBq höher ist als bei Erwachsenen, ist eine besonders sorgfältige Indikationsstellung erforderlich (siehe Abschnitt 11).

Bei Säuglingen und Kindern ist die relativ höhere Strahlenbelastung der Epiphyse in den wachsenden Knochen besonders zu berücksichtigen.

#### *Patientenvorbereitung*

Patienten sollten vor der Untersuchung gut hydriert sein und aufgefordert werden, in den ersten Stunden nach der Untersuchung so oft wie möglich die Blase zu entleeren, um die Strahlenexposition zu vermindern.

Um eine Anreicherung des Tracers in der Muskulatur zu verhindern, sollte der Patient zwischen der Injektion und der Bildakquisition anstrengende körperliche Betätigungen unterlassen bis eine ausreichende Bildgebung erzielt wurde.

Eine subkutane Verabreichung von Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat sollte vermieden werden, da perivaskuläre Entzündungen für Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) – Diphosphonate beschrieben wurden.

### *Auswertung der kardialen Bildgebung*

Die kardiale Aufnahme von (<sup>99m</sup>Tc)-Butedronat wird anhand eines halbquantitativen visuellen Scoring-Verfahrens im Verhältnis zur Knochenaufnahme (Rippe) nach 3 Stunden (Perugini-Score) bewertet. Visuelle Scores von mehr als oder gleich 2 auf planaren oder SPECT-Bildern werden als ATTR-positiv klassifiziert, Scores von weniger als 2 als ATTR-negativ. Während Grad 2 oder 3 stark auf eine ATTR-Amyloidose hinweist, kann bei AL-Amyloidose gelegentlich ein beliebiges Ausmaß an (<sup>99m</sup>Tc)-Butedronat-Aufnahme im Myokard beobachtet werden. Daher sollte die (<sup>99m</sup>Tc)-Butedronat-Szintigraphie immer in Verbindung mit Untersuchungen der Serum- und Urinimmunofixation und des Assays der freien Leichtketten im Serum interpretiert werden, um eine AL-Amyloidose auszuschließen.

Die kardiale (<sup>99m</sup>Tc)-Butedronat-Szintigraphie kann bei einigen ATTR-Genmutationen (Phe64Leu-Mutation) fälschlicherweise negativ sein.

Eine abnorme und diffuse kardiale Hyperfixation kann bei kürzlichen ausgedehnten Myokardinfarkten, alkoholischer Kardiomyopathie, Adriamycin-induzierter Kardiotoxizität, Perikarditis, Perikardtumoren und Hyperkalzämie auftreten.

### *Nach der Untersuchung*

Enger Kontakt mit Säuglingen und schwangeren Frauen ist während 4 Stunden einzuschränken.

### *Besondere Warnhinweise*

Dieses Arzneimittel enthält Natrium, aber weniger als 1 mmol (23 mg) Natrium pro Dosis, d. h. es ist nahezu „natriumfrei“.

Vorsichtsmaßnahmen in Hinblick auf die Umweltgefährdung, siehe Abschnitt 6.6.

## **4.5 Wechselwirkungen mit anderen Arzneimitteln und sonstige Wechselwirkungen**

Wie bei allen anderen Diphosphonaten sind folgende potenzielle Wechselwirkungen zu berücksichtigen:

Eine reduzierte skelettale Tracer-Aufnahme wird während der Behandlung mit Diphosphonaten oder Denosumab durch Konkurrenz sowie mit Cabozantinib durch Interaktion mit der Osteoblastenfunktion beobachtet.

Eine erhöhte Konzentration des Radiotracers außerhalb der Knochen wurde berichtet in Verbindung mit

- eisenhaltigen Substanzen,
- bei akuter Verabreichung von Diphosphonaten,
- verschiedenen Zytostatika und Immunsuppressiva,
- Anti-Androgenen (Bicalutamid) und Östrogenen, bei Gynäkomastie,
- aluminiumhaltigen Antazida,
- Röntgenkontrastmitteln,
- Antibiotika,
- entzündungshemmenden Substanzen,
- Calciumgluconat-Injektionen,
- Heparin-Calcium,
- Gamma-Aminocapronsäure,
- hämatopoetischen Wachstumsfaktoren,
- Nifedipin.

## **4.6 Fertilität, Schwangerschaft und Stillzeit**

### Frauen im gebärfähigen Alter

Falls die Verabreichung radioaktiver Arzneimittel an Frauen in gebärfähigem Alter erforderlich ist, sind stets Informationen über eine mögliche Schwangerschaft einzuholen. Jede Frau mit ausgebliebener Menstruation ist bis zum negativen Nachweis als schwanger zu betrachten. Bestehen Zweifel hinsichtlich einer möglichen Schwangerschaft (falls eine Monatsblutung ausgeblieben ist, falls die Blutungen sehr unregelmäßig sind usw.), sind alternative Untersuchungsmethoden in Betracht zu ziehen, die keine ionisierende Strahlung beinhalten.

### Schwangerschaft

Untersuchungen mit Radionukliden bei schwangeren Frauen beinhalten auch eine Strahlenbelastung für den Fötus. Daher sind während der Schwangerschaft nur absolut unerlässliche Untersuchungen durchzuführen, bei denen der zu erwartende Nutzen das Risiko für Mutter und Kind übersteigt.

Bei Verabreichung von 700 MBq Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat bei Patienten beträgt die vom Uterus aufgenommene Dosis 4,3 mGy. Dosen über 0,5 mGy werden als potenzielles Risiko für den Fötus betrachtet.

### Stillzeit

Bevor ein radioaktives Arzneimittel bei einer stillenden Mutter angewendet wird, ist in Erwägung zu ziehen, ob eine Verschiebung der Untersuchung bis zum Ende der Stillzeit vertretbar ist und ob das geeignete radioaktive Arzneimittel gewählt wurde unter Berücksichtigung, dass die Radioaktivität in die Muttermilch übertritt. In den Fällen, bei denen die Anwendung eines radioaktiven Arzneimittels unverzichtbar ist, muss das Stillen für mindestens 4 Stunden unterbrochen und die abgepumpte Muttermilch verworfen werden.

Enger Kontakt mit Säuglingen ist während dieser Zeit einzuschränken.

### Fertilität

Es wurden keine Studien zur Auswirkung auf die Fertilität durchgeführt.

## **4.7 Auswirkungen auf die Verkehrstüchtigkeit und die Fähigkeit zum Bedienen von Maschinen**

Teceos hat keinen oder einen zu vernachlässigenden Einfluss auf die Verkehrstüchtigkeit und die Fähigkeit zum Bedienen von Maschinen.

## 4.8 Nebenwirkungen

Bei den Häufigkeitsangaben zu Nebenwirkungen wird folgende Kategorien zugrunde gelegt:  
Sehr selten (<1/10 000)

In der Tabelle sind die Nebenwirkungen gemäß den Systemorganklassen nach MedDRA klassifiziert.

<b>Systemorganklassen gemäß MedDRA-Konvention</b>	<b>Bevorzugte Bezeichnung gemäß MedDRA-Konvention</b>	<b>Häufigkeit gemäß MedDRA-Konvention</b>
Erkrankungen des Immunsystems	Überempfindlichkeit	Sehr selten
Gefäßserkrankungen	Hitzewallung	Sehr selten
Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts	Übelkeit	Sehr selten
Erkrankungen der Haut und des Unterhautgewebes	Ausschlag	Sehr selten
	Pruritus	Sehr selten

In der Literatur liegen für ähnliche Diphosphonate Berichte von Hautröte (4-24 h p.i.) und Pruritus sowie von Hitzegefühl während der Injektion und von Übelkeit vor. Bei Teceos wurden solche Reaktionen nur sehr selten beobachtet (bei ungefähr 1 von 1 000 000 Anwendungen).

Ionisierende Strahlen können Krebs und Erbgutveränderungen verursachen. Da die effektive Strahlendosis bei Gabe der maximalen empfohlenen Aktivität von 700 MBq bei 3,4 mSv liegt, sind diese unerwünschten Wirkungen mit geringer Wahrscheinlichkeit zu erwarten.

### Meldung des Verdachts auf Nebenwirkungen

Die Meldung des Verdachts auf Nebenwirkungen nach der Zulassung ist von großer Wichtigkeit. Sie ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses des Arzneimittels. Angehörige von Gesundheitsberufen sind aufgefordert, jeden Verdachtsfall einer Nebenwirkung über das nationale Meldesystem anzuzeigen:

Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen  
Traisengasse 5  
1200 WIEN  
ÖSTERREICH  
Fax: + 43 (0) 50 555 36207  
Website: <http://www.basg.gv.at/>

## 4.9 Überdosierung

Bei Verabreichung einer allfälligen Überdosis an Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat sollte die vom Patienten aufgenommene Dosis wenn möglich dadurch reduziert werden, dass die Ausscheidung des Radionuklids aus dem Körper durch forcierte Diurese und forcierte Blasenentleerungen beschleunigt wird.

## 5. PHARMAKOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN

### 5.1 Pharmakodynamische Eigenschaften

Pharmakotherapeutische Gruppe: Radiodiagnostika, Radiodiagnostika für das Skelettsystem, ATC-Code: V09BA04

Bei den verwendeten chemischen Konzentrationen des Radiopharmakons und der Hilfsstoffe scheint Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat keine pharmakodynamischen Wirkungen zu haben.

### 5.2 Pharmakokinetische Eigenschaften

#### Verteilung

In den ersten Minuten nach der Injektion verteilt sich die Aktivität auf Abdomen und Nieren. Die fortschreitende Clearance aus diesen Kompartimenten ist aus der Konzentration der Aktivität im Skelettsystem ersichtlich. Die Clearance aus dem Blut lässt sich anhand einer Zweiphasenkurve mit einer Halbwertszeit von  $T_1 = 15$  min und  $T_2 = 100$  min beschreiben. Im Vergleich zu anderen Diphosphonaten zeigt Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat die geringste Proteinbindung im Plasma.

Unmittelbar nach der Injektion wird eine relativ hohe Aktivität im Plasma beobachtet, gefolgt von einer schnellen Blutclearance. Dieses Verhalten könnte auf einen Reabsorptionsprozess in den Nieren zurückzuführen sein.

#### Organaufnahme

Die Knochenszintigraphie ist eine empfindliche, aber unspezifische Diagnosemethode. Die Konzentration im Knochen ist abhängig von der Blutzufuhr und vom Ausmaß des Metabolismus des Knochens.

#### Elimination

Im Vergleich zu anderen Diphosphonaten wird eine geringere Aktivität in den Harn ausgeschieden, dafür wird ein höherer Prozentsatz Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat im Skelett gespeichert, der seinen Höchstwert 1 Stunde nach der Injektion erreicht. Danach bleibt dieser Wert über mehrere Stunden lang konstant. Der unveränderte Komplex wird durch die Nieren ausgeschieden. Ca. 1 Stunde nach der Injektion sind 30 % der verabreichten Aktivität durch den Harn ausgeschieden. Die Menge an unmarkiertem Butedronat innerhalb der empfohlenen Dosis hat keinen Einfluss auf den Ausscheidungsprozess. Die Ausscheidung über Leber und Darm ist äußerst gering.

#### Halbwertszeit

Bei gesunden Probanden wurde eine Ganzkörperretention von  $40 \pm 4$  % Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat gemessen. Dieser Wert erhöht sich bei weitverbreiteten Metastasen, primärem Hyperparathyreoidismus und Osteoporose.

### 5.3 Präklinische Daten zur Sicherheit

Das Produkt ist nicht für regelmäßige oder kontinuierliche Anwendung bestimmt.

Mutagenitätsstudien sowie Langzeitstudien zur Karzinogenese wurden nicht durchgeführt.

Tiere nahmen keinen Schaden durch Verabreichung der Humandosis in Mehrfachdosis-Toxizitätsstudien bei Ratten und Beagle-Hunden.

## **6. PHARMAZEUTISCHE ANGABEN**

### **6.1 Liste der sonstigen Bestandteile**

N-(4-aminobenzoyl)-L-glutaminsäure, Mononatriumsalz; Natriumhydroxid zur pH-Einstellung; Zinn(II)-oxid

### **6.2 Inkompatibilitäten**

Das Arzneimittel darf, außer mit den unter Abschnitt 12 aufgeführten, nicht mit anderen Arzneimitteln gemischt werden.

Auf keinen Fall darf eine kohlenhydrathaltige Lösung zur Verdünnung verwendet werden (z. B. Glucose, Lävulose) und ebenfalls darf die Injektion nicht über eine langsame Infusion - welche derartige Lösungen enthält - erfolgen. Wie bei anderen Diphosphonaten kann es in diesen Fällen zu einer massiven Einschränkung der diagnostischen Aussagekraft der Untersuchung kommen, da die Knochenspeicherung zugunsten einer massiven Nierendarstellung drastisch abnimmt.

### **6.3 Dauer der Haltbarkeit**

13 Monate

Nach der Radiomarkierung nicht über 25 °C lagern und innerhalb von 8 Stunden verwenden.

### **6.4 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Aufbewahrung**

Das Kit nicht über 25°C lagern.

Lagerungsbedingungen des rekonstituierten und radioaktiv markierten Arzneimittels, siehe Abschnitt 6.3.

Die Lagerung des Arzneimittels muss entsprechend den nationalen Anforderungen für radioaktive Arzneimittel erfolgen.

### **6.5 Art und Inhalt des Behältnisses**

15 ml Durchstechflasche, farblos, Glasart I (Ph. Eur.) mit Gummistopfen und Aluminiumkappe verschlossen.

Packungsgröße: 5 Multidosis-Durchstechflaschen zu je 14,23 mg Pulver zur Herstellung einer Injektionslösung.

### **6.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Beseitigung und sonstige Hinweise zur Handhabung**

#### *Allgemeine Warnhinweise*

Radioaktive Arzneimittel dürfen nur von dazu berechtigten Personen in speziell dafür bestimmten klinischen Bereichen in Empfang genommen, gehandhabt und verabreicht werden. Die Entgegennahme, Lagerung, Anwendung sowie der Transport und die Entsorgung unterliegen den gesetzlichen Bestimmungen und/oder den entsprechenden Genehmigungen der zuständigen Aufsichtsbehörde.

Radioaktive Arzneimittel sind in einer Art und Weise zuzubereiten, welche den Anforderungen in Bezug auf Strahlenschutz und pharmazeutische Qualität entspricht. Entsprechende aseptische Vorsichtsmaßnahmen sind zu treffen.

Der Inhalt der Durchstechflasche ist ausschließlich zur Anwendung von Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) – butedronat-Injektionslösung vorgesehen und darf ohne vorherige vorschriftsmäßige Zubereitung nicht direkt Patienten verabreicht werden.

Für Anweisungen zur Zubereitung von radioaktiven Arzneimitteln, siehe Abschnitt 12.

Falls die Integrität dieser Durchstechflasche zu irgendeinem Zeitpunkt während der Zubereitung dieses Arzneimittels nicht gewährleistet ist, darf diese nicht verwendet werden.

Die Verabreichung ist so durchzuführen, dass das Risiko einer Kontamination des Arzneimittels und einer Strahlenexposition der Anwender so gering wie möglich bleibt. Eine geeignete Abschirmung ist zwingend erforderlich.

Der Inhalt des Kits ist vor der Zubereitung nicht radioaktiv. Nach der Markierung mit Natriumpertechnetat ( $^{99m}\text{Tc}$ )-Injektionslösung (Ph. Eur.) muss das fertige Arzneimittel jedoch entsprechend abgeschirmt werden.

Die Verabreichung von radioaktiven Arzneimitteln setzt andere Personen einem Risiko durch externe Strahlung oder Kontamination durch Urin, Erbrochenes usw. aus. Daher müssen Strahlenschutzmaßnahmen gemäß nationalen Bestimmungen eingehalten werden.

Nicht verwendetes Arzneimittel oder Abfallmaterial ist entsprechend den nationalen Anforderungen zu beseitigen.

## **7. INHABER DER ZULASSUNG**

CIS bio international  
B.P. 32  
91192 Gif-sur-Yvette CEDEX  
Frankreich

## **8. ZULASSUNGSNUMMER(N)**

Z.Nr.: 4-00026

## **9. DATUM DER ERTEILUNG DER ZULASSUNG/VERLÄNGERUNG DER ZULASSUNG**

Datum der Erteilung der Zulassung: 13.09.2005  
Datum der letzten Verlängerung der Zulassung: 18.06.2015

## **10. STAND DER INFORMATION**

April 2023

## **11. DOSIMETRIE**

Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) wird mittels eines ( $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ )-Generators hergestellt und zerfällt unter Emission einer Gammastrahlung mit einer mittleren Energie von 140 keV und einer Halbwertszeit von 6,02 Stunden zu Technetium ( $^{99}\text{Tc}$ ), das aufgrund seiner langen Halbwertszeit von  $2,13 \times 10^5$  Jahren als quasi stabil angesehen werden kann.

Die folgenden Daten stammen aus den ICRP - Publikation 128 für Phosphonate und wurden nach den folgenden Annahmen berechnet:

Die hauptsächliche Anreicherung erfolgt in den Knochen und in geringem Ausmaß in den Nieren. Die Ausscheidung erfolgt über das Nierensystem. Es wird davon ausgegangen, dass ein Bruchteil von 0,5 der injizierten Aktivität mit einer Halbwertszeit von 15 Minuten vom Knochen aufgenommen wird und dort mit Halbwertszeiten von 2 Stunden (0,3) und 3 Tagen (0,7) verbleibt. Bei Kindern erfolgt die Aufnahme überwiegend in die metaphysären Wachstumszonen.

Die Aufnahme in die Nieren wird mit 0,02 angegeben mit einer Verweildauer, die der des gesamten Körpers entspricht, mit Halbwertszeiten (partielle Retention) von 0,5 Stunden (0,3), 2 Stunden (0,3) und 3 Tagen (0,4).

In pathologischen Fällen kann es zu höherer Aufnahme und / oder längerer Verweildauer in den Knochen kommen, vor allem bei Nierenerkrankungen.

Die 24-Stunden-Ganzkörper-Retention, die normalerweise 30% beträgt, wurde bei Osteomalazie mit 40%, bei primärem Hyperparathyreoidismus mit 50%, bei der Paget-Krankheit mit 60% und bei der renalen Osteodystrophie mit 90% angegeben.

Für Berechnungen der absorbierten Dosis in pathologischen Fällen kann eine durchschnittliche Knochen-Aufnahme von 70% angenommen werden, ohne Ausscheidung.

## Strahlenexposition (normale Knochenanreicherung)

Organ	Absorbierte Dosis pro verabreichter Aktivität (mGy/MBq)				
	Erwachsener	15 Jahre	10 Jahre	5 Jahre	1 Jahr
Nebennieren	0,0021	0,0026	0,0038	0,0058	0,011
Knochenoberfläche	0,034	0,015	0,023	0,038	0,082
Gehirn	0,0017	0,0020	0,0028	0,0042	0,0059
Brust	0,00069	0,00086	0,0013	0,0021	0,0040
Gallenblase	0,0014	0,0018	0,0033	0,0043	0,0065
Verdauungstrakt					
Magenwand	0,0012	0,0014	0,0024	0,0036	0,0064
Dünndarm	0,0022	0,0028	0,0043	0,0061	0,0093
Dickdarm	0,0027	0,0034	0,0052	0,0072	0,010
Oberer Teil des	0,0019	0,0024	0,0038	0,0057	0,0087
Dickdarms					
Unterer Teil des	0,0038	0,0047	0,0071	0,0092	0,013
Dickdarms					
Herz	0,0012	0,0015	0,0022	0,0033	0,0059
Nieren	0,0072	0,0087	0,012	0,018	0,031
Leber	0,0012	0,0016	0,0024	0,0036	0,0064
Lungen	0,0012	0,0016	0,0023	0,0035	0,0067
Muskulatur	0,0018	0,0022	0,0033	0,0047	0,0077
Speiseröhre	0,0010	0,0013	0,0019	0,0029	0,0051
Ovarien	0,0036	0,0045	0,0065	0,0086	0,012
Pankreas	0,0016	0,0020	0,0030	0,0045	0,0079
Rotes Knochenmark	0,0059	0,0054	0,0088	0,017	0,036
Haut	0,00099	0,0013	0,0019	0,0030	0,0053
Milz	0,0014	0,0018	0,0027	0,0044	0,0077
Hoden	0,0024	0,0033	0,0054	0,075	0,010
Thymusdrüse	0,0010	0,0013	0,0019	0,0029	0,0051
Schilddrüse	0,0013	0,0015	0,0022	0,0034	0,0054
Harnblasenwand	0,047	0,059	0,087	0,11	0,13
Uterus	0,0062	0,0075	0,011	0,014	0,018
Sonstige Gewebe	0,0019	0,0023	0,0034	0,005	0,0077
<b>Effektive Dosis (mSv/MBq)</b>	<b>0,0049</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,0086</b>	<b>0,012</b>	<b>0,018</b>

Die effektive Dosis beträgt 3,4 mSv nach intravenöser Gabe der maximal empfohlenen Dosis von 700 MBq Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat beim Erwachsenen (mit einem Gewicht von 70 kg). Die absorbierte Dosis im Zielorgan (Knochen) beträgt dabei 23,8 mGy und im kritischen Organ (Blasenwand): 32,9 mGy.

## 12. ANWEISUNGEN ZUR ZUBEREITUNG VON RADIOAKTIVEN ARZNEIMITTELN

Entnahmen müssen unter aseptischen Bedingungen durchgeführt werden. Die Durchstechflaschen dürfen auf keinen Fall geöffnet werden. Die Lösung sollte mit einer sterilen Einwegkanüle und abgeschirmten Spritze oder einem zugelassenen automatischen Applikationssystem durch den Stopfen entnommen werden.

Wenn die Integrität der Durchstechflasche beeinträchtigt ist, darf das Produkt nicht verwendet werden.

**Herstellungsverfahren:** Teceos ist ein Kit zur Herstellung einer Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat Injektionslösung, das ein steriles, pyrogenfreies, gefriergetrocknetes Produkt unter Vakuumatmosphäre enthält.

Das Produkt wird nach der Rekonstitution durch Zusatz einer sterilen, pyrogenfreien, isotonischen Natriumpertechnetat ( $^{99m}\text{Tc}$ )-Lösung verwendet. Durch die Rekonstitution entsteht eine Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ )-Tetranatriumdihydrogenbutedronat-Injektionslösung.

Eine Durchstechflasche aus dem Kit nehmen und in eine geeignete Bleiabschirmung stellen.

Mit einer sterilen Spritze 2 bis 10 ml der sterilen und pyrogenfreien Natriumpertechnetat ( $^{99m}\text{Tc}$ )- Lösung durch den Gummistopfen hindurch in die Durchstechflasche einbringen. Die Radioaktivität variiert in Abhängigkeit vom Volumen zwischen 370 und maximal 11100 MBq. Die Natriumpertechnetat ( $^{99m}\text{Tc}$ )-Lösung muss den Spezifikationen des Europäischen Arzneibuchs entsprechen.

Keine Belüftungsnadeln verwenden, da die Durchstechflasche unter Vakuum steht.

Ca. 5 Minuten lang schütteln.

Die somit erhaltene Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ ) - butedronat Injektionslösung ist eine klare und farblose Lösung, frei von sichtbaren Partikeln, mit einem pH-Wert zwischen 6,5 und 7,5.

Vor Gebrauch sind Klarheit der hergestellten Lösung, der pH-Wert, die Radioaktivität und das Gamma-Spektrum zu überprüfen.

Die Durchstechflasche sollte niemals geöffnet und muss innerhalb der Bleiabschirmung aufbewahrt werden. Die Lösung sollte unter aseptischen Bedingungen mit einer sterilen, bleiabschirmten Spritze durch den Stopfen entnommen werden.

### **Qualitätskontrolle**

Die radiochemische Reinheit der finalen radiomarkierten Zubereitung kann nach einer der folgenden Verfahren getestet werden:

## Methoden

Dünnschichtchromatographie (DC) oder aufsteigende Papierchromatographie

*Dünnschichtchromatographie (DC)*

## Materialien und Reagenzien

1. Chromatographie-Zubehör  
Zwei mit Kieselgel beschichtete Glasfaserplatten (ITLC-SG), zuvor 10 Minuten lang bei 110 °C erhitzt und vor Verwendung auf Raumtemperatur abgekühlt.

Eine dünne Linie als „Startlinie“ 2 cm vom unteren Rand der Platten entfernt, markieren.  
Eine feine Linie als „Fließmittelfrontlinie“ 15 cm von der „Startlinie“ entfernt, markieren.

2. Mobile Phasen  
Fließmittel A: 1M Natriumacetatlösung  
Fließmittel B: Methylethylketon
3. Chromatographiebehälter  
2 Glasbehälter von geeigneter Größe mit dicht schließendem Deckel.
4. Sonstiges  
Pinzetten, Spritzen, Nadeln, geeignetes Aktivitätsmessgerät.

## Durchführung

1. Eine ausreichende Menge der entsprechenden mobilen Phase in die Behälter A und B geben.
2. Mit einer Spritze und Kanüle einen Tropfen der zu testenden Lösung auf die "Startlinie" jeder Platte auftragen. Zügig arbeiten, um einen Abbau der Lösung zu vermeiden.
3. Die Platten werden mit einer Pinzette in den jeweiligen Behälter eingebracht und dann der Deckel geschlossen. Das Lösungsmittel bis zur „Fließmittelfrontlinie“ wandern lassen.
4. Die Platten mit der Pinzette herausnehmen und an der Luft trocknen lassen.
5. Die Verteilung der Radioaktivität mit einem geeigneten Detektor bestimmen.

Die Radioaktivität jedes Flecks durch Peak-Integration messen.

Bei der mobilen Phase A beträgt der Rf des hydrolysierten (<sup>99m</sup>Tc) 0.

Bei der mobilen Phase B beträgt der Rf von freiem (<sup>99m</sup>Tc) 1.

6. Berechnungen

$$\% \text{ freies } (^{99m}\text{Tc}) = \frac{\text{Radioaktivität des Flecks bei Rf 1}}{\text{Gesamtradioaktivität der Platte B}} \times 100$$

$$\% \text{ hydrolysiertes } (^{99m}\text{Tc}) = \frac{\text{Radioaktivität des Flecks bei Rf 0}}{\text{Gesamtradioaktivität der Platte A}} \times 100$$

$$\% (^{99m}\text{Tc})\text{-DPD} = 100 \% - [\% \text{ freies } (^{99m}\text{Tc}) + \% \text{ hydrolysiertes } (^{99m}\text{Tc})]$$

7. Der Prozentsatz an Technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ )-DPD muss mindestens 95 % betragen, der Prozentsatz an freiem ( $^{99m}\text{Tc}$ ) sollte nicht über 2,0 % liegen und der Prozentsatz des hydrolysierten ( $^{99m}\text{Tc}$ ) sollte nicht über 2,0 % liegen.

### *Aufsteigende Papierchromatographie*

#### **Materialien und Reagenzien**

##### 1. Chromatographiesysteme

Chromatographiesystem A:  
Streifen A: Typ Whatman 31 ET  
Mobile Phase A: 1M Natriumchloridlösung

Chromatographiesystem B:  
Streifen B: Typ Whatman 1  
Mobile Phase B: Methylethylketon

Eine dünne Linie als „Startlinie“ 2 cm vom unteren Rand der Papierstreifen entfernt, markieren. Eine dünne „Fließmittelfrontlinie“ 10 cm von der „Startlinie“ entfernt, markieren.

2. Chromatographiebehälter  
Zwei Glasbehälter von geeigneter Größe mit dicht schließendem Deckel.
3. Sonstiges  
Pinzetten, Spritzen, Nadeln, geeignetes Aktivitätsmessgerät

#### **Durchführung**

1. Eine ausreichende Menge der entsprechenden mobilen Phase in die Behälter A und B geben.
2. Mit einer Spritze und Kanüle einen Tropfen der zu testenden Lösung auf die „Startlinie“ jedes Papierstreifens auftragen. Zügig arbeiten, um einen Abbau der Lösung zu vermeiden.
3. Die Papierstreifen werden mit einer Pinzette in den Behälter mit der jeweiligen mobilen Phase eingebracht und dann der Deckel geschlossen. Das Lösungsmittel bis zur „Fließmittelfrontlinie“ wandern lassen.
4. Die Streifen mit der Pinzette herausnehmen und an der Luft trocknen lassen.
5. Die Verteilung der Radioaktivität mit einem geeigneten Detektor bestimmen. Die Radioaktivität jedes Flecks durch Peak-Integration messen.

Beim chromatographischen System B beträgt der Rf von freiem ( $^{99m}\text{Tc}$ ) 1, und beim chromatographischen System A beträgt der Rf des hydrolysierten ( $^{99m}\text{Tc}$ ) 0.

##### 6. Berechnungen

$$\% \text{ freies } (^{99m}\text{Tc}) = \frac{\text{Radioaktivität des Flecks bei Rf 1}}{\text{Gesamtradioaktivität des Papierstreifens B}} \times 100$$

$$\% \text{ hydrolysiertes } (^{99m}\text{Tc}) = \frac{\text{Radioaktivität des Flecks bei Rf 0}}{\text{Gesamtradioaktivität des Papierstreifens A}} \times 100$$

$$\% (^{99m}\text{Tc})\text{-DPD} = 100 \% - [\% \text{ freies } (^{99m}\text{Tc}) + \% \text{ hydrolysiertes } (^{99m}\text{Tc})]$$

7. Der Prozentsatz an  $(^{99m}\text{Tc})$ -DPD muss mindestens 95 % betragen, der Prozentsatz an freiem  $(^{99m}\text{Tc})$  sollte nicht über 2,0 % liegen und der Prozentsatz des hydrolysierten  $(^{99m}\text{Tc})$  sollte nicht über 2,0 % liegen.

#### **REZEPTPFLICHT/APOTHEKENPFLICHT**

Rezeptpflichtig. Abgabe nur an Inhaber einer Bewilligung für den Umgang mit radioaktiven Stoffen gemäß Strahlenschutzgesetz.