



Intraossärer Zugang

Dieses Skript soll für euch die wichtigsten Informationen zusammenfassen, um euch das Üben und Lernen einfacher zu machen. Aber natürlich ersetzt es in keiner Weise ein Lehrbuch! Wir haben uns bemüht euch ein verständliches Skript zu erstellen, wenn dennoch irgendwas unklar bleibt oder ihr auf eventuelle Fehler stoßt, würden wir uns freuen, wenn ihr uns einfach Bescheid gebt!

Inhalt:

Einleitung	3
1. INTRAOSSÄRER ZUGANG: INDIKATIONEN UND GRUNDLAGEN	4
1.1. Wenn kein intravenöser Zugang gelingt	4
1.2. Wieso intraossäre Injektion	4
1.3. Anatomischer Hintergrund	4
1.4. Indikationen	5
1.5. Kontraindikationen	5
2. INTRAOSSÄRER ZUGANG: WIE GEHT'S?	6
2.1. Punktionsstellen	6
2.2. Technische Möglichkeiten	9
Manuell	9
Automatische Systeme	9
Halbautomatische Systeme	10
2.3. Durchführung	11
2.4. Wenn die Nadel sitzt	12
2.5. Komplikationen	14
2.6. Entfernen/Nachsorge	14
3. QUELLENVERZEICHNIS	15

Einleitung

Intravenöse Zugänge sind oft, insbesondere bei Kindern und unter Notfallbedingungen, eine Herausforderung. Der intraossäre Zugang ist eine bekannte Alternative bei pädiatrischen Notfällen und wird seit 2005 auch bei Erwachsenen durch das „European Resuscitation Council“ (ERC) im Rahmen einer Reanimation bei schwierigen Venenverhältnissen empfohlen. Gleichwohl ist der intraossäre Zugang häufig nicht bekannt oder wird im Notfall nicht in Erwägung gezogen. Die Teilnehmer im Kurs erfahren etwas über die Indikationen, Kontraindikationen, die verschiedenen Zugangswege und Möglichkeiten und sollen aktiv am Phantom den korrekten Ablauf üben.

Die Inhalte basieren auf den aktuellen Empfehlungen des wissenschaftlichen Arbeitskreises der „Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivtherapie“ (DGAI) von 2010.

1. Intraossärer Zugang: Indikationen und Grundlagen

1.1. Wenn kein intravenöser Zugang gelingt

Es gibt, abgesehen vom i.v. Zugang, noch weitere Möglichkeiten, Medikamente zu applizieren. Die Wahl eines geeigneten Zugangs hängt von vielen Faktoren ab. Die folgende Auflistung stellt einige in der Notfallmedizin gebräuchlichen Möglichkeiten beispielhaft dar:

- Nasal: z.B. Midazolam bei Status epilepticus über MAD-Zerstäuber
- Rektal: Zäpfchen, Suppositorien v.a. Pädiatrie
- Inhalativ: z.B. Salbutamol über Verneblermaske (Asthma/COPD)
- Sublingual: z.B. Nitrospray bei ACS
- Intramuskulär: z.B. Adrenalin bei Anaphylaxie mit Schockzustand
- ...und natürlich der intraossäre Zugang



Abb.1 MAD-Zerstäuber

1.2. Wieso intraossäre Injektion

„Die intraossäre Punktion stellt vom Funktionsprinzip grundsätzlich nichts Anderes dar als die Punktion einer knöchernen Vene, die auch bei Kälte, Vasokonstriktion oder Hypovolämie nicht kollabiert.“

(Zitat DGAI Empfehlungen 2010)

Einsatzmöglichkeiten eines intraossären Zugangs:

- **Medikamentenapplikation:** Selbe Dosis, Anschlagzeit und Wirkdauer von Medikamenten, wie bei intravenöser Injektion. Alle in der Notfallbehandlung verwendeten Medikamente sind einsetzbar.
- **Blutentnahme:** Gute Verwertbarkeit für einige Laborwerte und Point-of-Care Analysen
- **Bluttransfusion**
- **Volumentherapie** mittels Druckinfusion oder Perfusor

1.3. Anatomischer Hintergrund

Um mittels eines intraossären Zugangs die Markhöhle zu erreichen muss nach der aufliegenden Haut zunächst die Kompakta des Knochens durchdrungen werden. Wird die Markhöhle erreicht äußert sich dies durch einen Widerstandsverlust (nicht bei automatischen Systemen, bei halbautomatischen weniger ausgeprägt als bei manueller Punktion). Liegt die Punktionsnadel in der Markhöhle, gelangen die durch das Lumen applizierten

Fluide über Marksinusoide und letztendlich über die Vv. nutrientes in den Kreislauf. Die Verfügbarkeit von Medikamenten ist die selbe, wie beim konventionellen venösen Zugang. Zu beachten ist der relativ hohe Druck, der im Inneren der Markhöhle herrscht. Medikamente über ein Drucksystem zu applizieren erscheint daher sinnvoll.

1.4. Indikationen

Jeweils **spätestens** nach 3 erfolglosen intravenösen Punktionsversuchen bzw. einer (zu erwartenden) Dauer dafür von mehr als 90 Sekunden, soll in folgenden Situationen ein intraossärer Zugang geschaffen werden:

- Herzkreislaufstillstand/Reanimation
- Ausgeprägte hypovolämische Schockzustände
- Medikamenten- oder Volumengabe in der notfallmedizinischen Versorgung kritisch Kranker oder Verletzter.

Bei der Reanimation von Kindern soll nach ERC Guidelines nach **spätestens 60s** frustrierender periphervenöser Punktionsversuche auf einen intraossären Zugang gewechselt werden.

Unter Berücksichtigung der Umstände sollte primär ein intraossärer Zugang etabliert werden, wenn die Gefäßverhältnisse erwarten lassen, dass die periphervenöse Punktion erfolglos sein wird bzw. die Behandlung zu lange verzögert wird.

1.5. Kontraindikationen



Bei akuter Vitalbedrohung gibt es keine absoluten Kontraindikationen

Es können jedoch lokoregionale absolute Kontraindikationen auftreten, die einen Punktionsort unbrauchbar machen. Dazu zählen insbesondere:

- Totalendoprothesen bzw. Osteosynthesematerial (nicht punktierbar)
- Knochenfrakturen
- In den letzten 48h bereits punktierter Knochenabschnitt
- Gefäßschäden proximal der Punktionsstelle
- Unauffindbarkeit der anatomischen Landmarken

Liegt eine dieser Kontraindikationen vor, muss auf einen anderen Punktionsort, unter Umständen auch an den oberen Extremitäten zurückgegriffen werden.

Relative Kontraindikationen bei nicht lebensbedrohlichen Situationen und sorgfältiger Nutzen-Risikoabwägung können sein:

- Knochenerkrankungen (z.B. Osteoporose, Osteogenesis imperfecta...)
- Lokale bakterielle Infektionen, Bakteriämie, Sepsis
- Intrakardialer Rechts-Links-Shunt (Möglichkeit zur Bildung paradoxer Knochenmarks-/Fett-/Luftembolien in Herz, Gehirn, Darm, ...)

2. Intraossärer Zugang: Wie geht's?

2.1. Punktionsstellen

Empfehlungen für Erwachsene und Kinder sind unterschiedlich und hängen auch vom verwendeten System ab:

	≤ 6 Jahre	>6 Jahre	Erwachsene
1. Wahl	proximale Tibia	distale (oder proximale*) Tibia	distale (oder proximale*) Tibia
2. Wahl	distale Tibia	proximale Tibia	proximale Tibia
3. Wahl	distaler Femur	distaler Femur	proximaler Humerus

* Bei Kindern >6Jahren und Erwachsenen ist die Corticalis der prox. Tibia dicker als an der distalen Tibia. Bei halbautomatischen Systemen ist die Punktion aber vergleichbar.

Eine Besonderheit stellen spezielle Systeme dar. Das FAST System ist für die Punktion von Erwachsenen am Sternum ausgelegt.

Der Hersteller des EZ-IO-Systems empfiehlt den proximalen Humerus als Punktionsort, laut DGAI kann dieser beim Erwachsenen als Alternative zur proximalen oder distalen Tibia genutzt werden.

Proximale Tibia

Die proximale Tibia wird medialseitig punktiert. Bei Erwachsenen liegt die Punktionsstelle auf Höhe der Tuberositas tibiae (roter Punkt Abb.), bei pädiatrischen Patienten liegt sie ein bis zwei Zentimeter unterhalb der Tuberositas tibiae (gelber Punkt)



Abb. Punktionsstelle prox. Tibia Erw./Ki

Distale Tibia

Hier erfolgt die Punktion ca. 1-2 cm oberhalb des Malleolus an der Medialseite der distalen Tibia (Erwachsene und Kinder).



Abb. Punktionsstelle med. distale Tibia

Proximaler Humerus

Die Punktion am proximalen Humerus ist eine relativ neue Option für intraossäre Zugänge.

Für optimale Punktionsbedingungen sollte der Arm des Patienten in gebeugter Position mit der Hand auf dem Nabel platziert werden. Ist dies nicht möglich sollte der Arm so weit wie möglich adduziert und der Humerus nach innen rotiert werden. So tritt der Humeruskopf am weitesten an die Oberfläche.

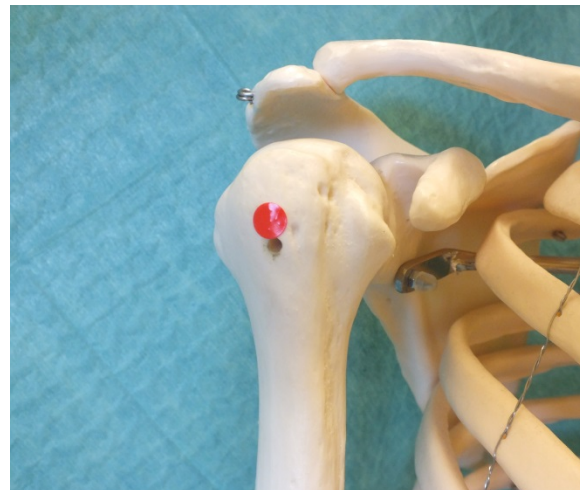


Abb. Punktionsstelle Tuberculum majus des Humeruskopfes

Zunächst wird der Humerus ertastet, dazu palpiert der Anwender mit festem Druck den Ansatz des M. deltoideus zwischen M. biceps und triceps. Diese Stelle liegt etwa auf halber Höhe des Oberarmes. Nun palpiert man den Humerus weiter nach kranial, bis man eine Einkerbung tasten kann. Diese ist das Collum chirurgicum des Humerus. Die Punktionsstelle liegt beim durchschnittlichen Erwachsenen ca. 1 cm kranial davon im Tuberculum majus. Die Punktion sollte wie bei allen intraossären Zugängen lotrecht zur Oberfläche erfolgen.

Distaler Femur

Aufgrund der beim Erwachsenen ausgeprägten Muskulatur und der dickeren Kompakta bietet sich der Zugang am distalen Femur nur in der Pädiatrie an. Die Punktion erfolgt ca. 1 cm kranial der Patella und 1-2 cm medial ihrer Mittellinie. Zu beachten ist die relativ hohe Gefahr von Dislokationen an dieser Stelle.



Abb. Punktionsstelle dist. Femur

Sternum

Diese Punktionsstelle darf auf keinen Fall bei Kindern genutzt werden und wird auch bei Erwachsenen nur für das FAST System empfohlen.

Aufgrund der hohen Verletzungsgefahr ist die Verwendung anderer Systeme hier nicht angebracht.

Die korrekte Insertionsstelle liegt am Manubrium sterni, sodass auch bei liegender Kanüle noch eine CPR nach Guidelines möglich ist.



Abb. Punktionsstelle Manub. sterni mit FAST



Merke: Punktionsstelle proximale Tibia ist bei allen Altersgruppen möglich!



Im Kurs wird das Aufsuchen der drei wichtigsten Punktionsstellen gegenseitig geübt.

2.2. Technische Möglichkeiten

Manuell

- Cook-Nadel

Die Cook-Nadel ist die klassische Variante einen i.o.-Zugang zu etablieren und mittlerweile in mehreren Varianten erhältlich. Im Wesentlichen besteht sie aus einem Handgriff mit Trokar/Mandrin und der eigentlichen Kanüle, welche durch Muskelkraft in den Knochen eingebracht wird.



Abb. Cook® intraoss. Nadel; Trokar/Mandrin

Automatische Systeme

- B.I.G.

Die Bone Injection Gun nutzt durch den Anwender manuell aufgebaute Federspannung zum Einschließen einer Kanüle in den Knochen. Es gibt zwei Varianten, die sich in der Eindringtiefe und Größe der Nadeln unterscheiden, entsprechend für Erwachsene (blau) und Kinder (rot).



Abb. BIG® für Erw. und Kinder/SG

- FAST

Das FAST (First Access for Shock and Trauma) System wurde für den Einsatz am Sternum entwickelt und bedient sich ähnlich wie die B.I.G. Es wird am Sternum aufgesetzt und durch Druck auf das Gerät werden zunächst mehrere Stabilisierungsnadeln, sowie danach die eigentliche Therapienadel eingeführt, welche auch als einzige im Knochen verbleibt.



Abb. FAST®

Halbautomatische Systeme

- EZ-IO

Das EZ-IO System besteht aus einer wiederverwendbaren, akkubetriebenen „Bohrmaschine“, auf welche die sterilen i.o.-Nadeln wie Bits oder Schrauben aufgesetzt werden. Die Nadeln sind in verschiedenen Längen für unterschiedliche Alters- bzw. Patientengruppen verfügbar.



Abb. EZ-IO[®] mit aufgesetzter Nadel



Die Teilnehmer im Kurs lernen die unterschiedlichen Möglichkeiten kennen und üben mit den am UKJ üblichen Devices

2.3. Durchführung

Die Anlage eines intraossären Zugangs gilt als einfaches und schnelles Verfahren mit einer primären Erfolgsquote von 80 – 90%.

Grundsätzlich gilt, dass die Anlage unter sterilen Kautelen erfolgt. Im Notfall kann je nach Dringlichkeit des Zugangs davon abgewichen werden. Dennoch sollte man auch hier möglichst steril arbeiten um spätere Komplikationen zu vermeiden.

Die Anlage des Zugangs besteht aus folgenden Schritten:

- Auswahl des Punktionsortes und Identifikation am Patienten.
- Stabile Lagerung der zu punktierenden Extremität (alternativ manuell gehalten), um die Frakturgefahr zu minimieren.
 - *Desinfektion der Punktionsstelle, sowie der umliegenden Haut und sterile Abdeckung der Umgebung mit einem (optimal durchsichtigen) Lochtuch.*
 - *Lokalanästhesie der Haut und des Periosts.*
 - *Inzision an der Einstichstelle bis auf das Periost (dadurch entfällt Punktion der Haut mit der relativ stumpfen i.o.-Nadel).*
- Punktion (der Haut und) des Knochenmarkraumes (je nach System unterschiedliche Handhabung), bis zu einem spürbaren Widerstandsverlust beim Erreichen der Markhöhle (nicht bei automatischen Systemen).
- Trokar/Mandrin entfernen, dabei die Kanüle unbedingt manuell stabilisieren.
 - *Vor dem Anspülen ein Lokalanästhetikum applizieren. Wache Patienten geben den Schmerz beim Anspülen ohne Anästhesie mit 8-9 auf der NRS an!*

Die kursiv gedruckten Schritte können falls kein Bedarf besteht bzw. in der Notfallsituation die Zeit knapp ist nach Abwägung der Risiken für den Patienten ganz oder teilweise entfallen.



Geübt wird am Phantom der gängigste Zugang für Kinder und Erwachsene: Proximale Tibia

Überprüfung korrekte Lage

- Die Nadel sitzt fest im Knochen und wackelt nicht
- Blut bzw. Knochenmark ist aspirierbar (Nicht bei allen Patienten möglich! Bei Misserfolg Nadel nicht gleich entfernen, erst anspülen)
- Zugang anspülen: Ein Bolus von 10ml isotoner Lösung kann bei korrekter Lage ohne unüberwindbaren Widerstand und Paravasat injiziert werden

Ist eine Blutentnahme geplant muss diese vor dem Anspülen erfolgen und ist damit nur möglich, wenn bei der Lagekontrolle die Aspiration erfolgreich ist.

Achtung: Während der Nutzung des intraossären Zuganges sollte immer wieder überprüft werden, ob es zur Extravasation oder zu Schwellungen im Bereich der Einstichstelle / der Extremität kommt.



Bei unsicherer Lage, erneuter Versuch an anderer Extremität!

Fixierung / Sicherung

Je nach System unterscheiden sich die Möglichkeiten zur Fixierung. Für das EZ-IO- und das FAST-System stehen zum Beispiel spezielle Fixierpflaster vom Hersteller zur Verfügung. Die BIG-Nadel wird durch den Sicherungssplint stabilisiert.

Zusätzlich zu solchen Fixierungsmethoden sollte immer ein Dreibegehahn, am besten mit flexibler Verlängerung, angebracht und an der Haut fixiert werden, um Manipulationen am Zugang zu vermeiden und um eine Möglichkeit zum Zuspritzen zu haben.

2.4. Wenn die Nadel sitzt

Eine eventuelle Blutentnahme muss vor dem Einspülen von Flüssigkeit oder Medikamenten erfolgen. Die Probe wird direkt über die Kanüle aspiriert. Die ersten 2ml werden zur Verbesserung der Analyseergebnisse verworfen.

Sofern nicht schon zur Lagekontrolle geschehen, muss vor der ersten Applikation von Medikamenten ein initialer Flüssigkeitsbolus („Flush“) von 10ml isotoner Lösung verabreicht werden, um den Knochenmarksraum freizuspülen.

Außerdem sollte jeder Medikamentendosis ein weiterer Bolus von 5 – 10ml zur schnelleren Verfügbarkeit im zentralen Kreislauf folgen.

Hypertone Lösungen müssen vor der Applikation verdünnt werden, da sonst die Gefahr einer Osteomyelitis deutlich zunimmt. Bei nekrotisierend

wirkenden Medikamenten muss besonders vorsichtig vorgegangen und genau überprüft werden ob diese für die Applikation über den i.o.-Zugang geeignet sind. Gegebenenfalls müssen Alternativen in Betracht gezogen werden.



**Initialer Bolus (10ml) vor erster Applikation !!!
Nach jeder Applikation ein weiterer Bolus von 5 – 10ml !!!**

Generell gilt, für intraossäre Zugänge eine maximale Liegedauer von 24h (nach DGAI), eine kürzere Zeitspanne ist aber anzustreben, da dadurch die (Spät-)Komplikationen deutlich minimiert werden können. Im Notfall angelegte i.o.-Zugänge sollten möglichst innerhalb von 2h durch einen anderen venösen Zugang ersetzt werden. Je unsteriler die Punktion durchgeführt wurde, desto schneller sollte die Nadel entfernt werden.

Fallstricke (abgewandelt nach 1):

- 1)** Inkorrekte Indikation (nur wer relevante Medikamente oder Volumentherapie benötigt, benötigt einen intraossären Zugang, sofern kein i.v.-Zugang möglich oder praktikabel ist)
- 2)** Inkorrekte Punktionslokalisation (Korrekt und mit 98% Erfolgsrate versehen ist bei halbautomatischen Verfahren die Lokalisation an der proximalen medialen Tibia)
- 3)** Inkorrekte Punktionstiefe (z.B. 4,5 cm-„Adipositas-Nadel“ bis zum Anschlag in die Tibia durchbohrt häufig bereits die gegenüberliegende Kompakta)
- 4)** Initialer Bolus wird vergessen (insuffizienter Zugang)
- 5)** Inkorrekt lange Liegedauer (je kürzer die Liegedauer, desto weniger Komplikationen treten auf, im Idealfall <2h bei notfallmäßiger Anlage)
- 6)** Inkorrekte Punktionstechnik (seitliches Wippen oder Änderung des Bohrwinkels während der Punktion können zu unsicherer Lage mit Paravasat und Verbiegen der Nadel führen)

2.5. Komplikationen

Insgesamt treten bei i.o.-Zugängen in der heutigen Zeit eher wenige Komplikationen auf. Folgende Komplikationen sind bekannt und werden in der Literatur beschrieben:

- **Fehlpunktion** durch Anwendung an inkorrekten Punktionsstellen
- **Nadelbruch/-verbiegung** vor allem durch falsche Handhabung, kommt bei halbautomatischen System seltener vor als bei manuellen
- **Extravasation** begünstigt durch Fehler in der Handhabung (Wippen beim Bohren), lange Liegedauer und häufige Manipulation am Zugang oder Durchbohren der gegenüberliegenden Kompakta
- **Osteomyelitis** tritt mit einer Inzidenz von 0,6% meistens bei langer Liegedauer der Kanüle, der unverdünnten Applikation hypertoner Lösungen und Bakteriämie auf
- **Embolien** (Luft-/Fett-/Knochenmark) durch bei der Punktion/Applikation gelöste
- **Kompartementsyndrom** infolge von Extravasation (sehr selten)
- **Verletzungen der Epiphysenfuge** können bei falscher Punktionstechnik bei Kindern auftreten
- **Knochenfrakturen** werden vereinzelt in der Literatur beschrieben und stehen vermutlich meist im Zusammenhang mit Vorerkrankungen
- **Verletzung des Mediastinums bei Kindern (z.T. letal!)**: Daher bei pädiatrischen Patienten niemals das Sternum punktieren!



Pädiatrische Patienten: Keine Punktion am Sternum!!!

2.6. Entfernen/Nachsorge

Die Entfernung erfolgt sobald ein anderer Zugang etabliert werden konnte unter aseptischen Kautelen. Dazu wird eine sterile Spritze mit Luer-Lock-Anschluss auf die Kanüle aufgeschraubt und diese unter Drehbewegung im Uhrzeigersinn gerade herausgezogen. Dabei muss wie beim Punktieren darauf geachtet werden, keine seitlichen Wippbewegungen auszuführen. Anschließend wird die Punktionsstelle für 48h steril verbunden und kontinuierlich auf Entzündungszeichen überprüft. Bei Schmerzen am Knochen empfiehlt sich eine bildgebende Diagnostik zum Ausschluss von Frakturen oder Osteomyelitis.

3. Quellenverzeichnis

- Empfehlungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Notfallmedizin und des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (2010) Die intraossäre Infusion in der Notfallmedizin. Anästh Intensivmed 51:615– 620
- 1 <http://dgina.de/blog/2012/11/05/intraossare-punktion-ein-nachtrag/>
- Der intraossäre Zugang (2008), Notfall Rettungsmed 11:317-324
- EZ-IO® Kurzanleitung (2014)
- Intraossärer Zugang (2011), Notfall Rettungsmed 14:543–548
- Innovationen für den Intraossärerraum. (Produktbroschüre von vidacare)
- German Resuscitation Council. Reanimation 2015 Leitlinien kompakt

Links zu interessanten Lehrvideos der Hersteller (Achtung die Indikationsstellungen, Empfehlungen zu Punktionsstellen und hygienischen Standards müssen nicht den Empfehlungen deutscher Fachverbände entsprechen):

Manuelle Punktion mit Cook-

Nadel: https://www.cookmedical.com/products/cc_dinhd_webds/

Punktion mit B.I.G.: <http://ps-med.com/products/vascular/BIG-DKIT-A>

Sternale Punktion, F.A.S.T.: <http://www.pyng.com/fast1/>

Punktion mit EZ-IO: <http://www.arroezio.com/procedure-intraosseous-access/demonstration-of-ezio-vascular-access-IO-drill>