



## TECHNISCHES DATENBLATT: Bestimmung von Calcium und Phosphat

### Nach dem Durchlesen dieses Dokumentes sollten Sie:

- Die Indikationen der Bestimmung von Calcium und Phosphat kennen.
- Die Unterschiede zwischen dem Gesamtcalcium, dem korrigierten Calcium und dem ionisierten Calcium verstehen.
- Die zu respektierenden präanalytischen Spezifitäten für das Calcium und das Phosphat kennen.

### 1. Calcium

#### 1.1 Einleitung

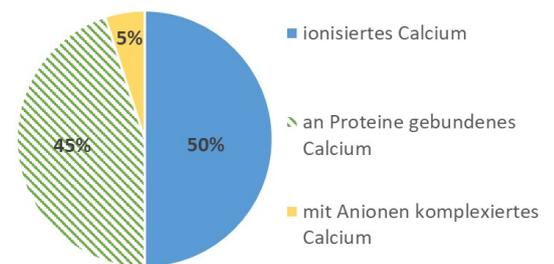
Das Calcium ist der mengenmässig am stärksten vorhandene Mineralstoff im menschlichen Körper. Der grösste Anteil ist in den Knochen (~99 %) eingelagert. Der restliche Anteil (~1 %) befindet sich im Blutkreislauf. Die Konzentration dieses Calciums (Calcium im Plasma) wird vor allem durch das Parathormon und das Vitamin D reguliert. Diese beiden Hormone sorgen für eine Steigerung der Calciumabsorption im Darm, stimulieren die Reabsorption durch die Nieren und fördern seine Freisetzung durch die Knochen.

Das Calcium spielt eine wichtige Rolle im Knochen-, Darm- und Nierenstoffwechsel. Die Bestimmung ist bei Knochenstoffwechselstörungen, Tumoren, Vitamin-D-Mangel und der Einnahme gewisser Medikamente indiziert, die zu einem Anstieg oder einer Abnahme des Calciumspiegels führen können.

#### 1.2. Die verschiedenen Formen des Calciums im Plasma

- Das freie oder ionisierte Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ): Diese biologisch aktive Form entspricht einem Anteil von ~50 % des Gesamtcalciums.
- Das an Proteine gebundene Calcium, hauptsächlich an Albumin, entspricht einem Anteil von ~45 % des Gesamtcalciums.
- Das mit Anionen komplexierte Calcium (Phosphat, Zitrat und Bicarbonat) entspricht ~5 % des Gesamtcalciums.

Verteilung des Calciums im Plasma



#### 1.3. Welche Dosierung bei welcher Voraussetzung?

- Eine Anomalie des Proteinspiegels im Blut (Dysproteinämie) kann eine Gleichgewichtsstörung des Calciums bewirken. Eine Verminderung des Albumins (Hypoalbuminämie) beispielsweise führt zu einer Abnahme des gebundenen Calciums. In diesem Fall empfiehlt sich die Bestimmung des ionisierten Calciums, welches dann erhöht sein wird. Wenn die Albuminkonzentration unter 40 g/L liegt, kann der Calciumwert auch anhand der Payne Formel korrigiert werden.

$$\text{Ca gesamt korrigiert (mmol/L)} = \text{Ca gesamt gemessen (mmol/L)} - 0,025 \times \text{Albumin (g/L)} + 1$$

- Die Bindung Calcium-Albumin hängt auch vom pH-Wert ab. Bei einer Azidose (tiefer pH-Wert) beispielsweise, führt dies zu einer Veränderung der Calcium-Albuminbindung, was einen Anstieg der ionisierten Fraktion zur Folge hat. Somit muss, wenn der pH-Wert verändert ist, das ionisierte Calcium und das Gesamtcalcium bestimmt werden. Bei einer nachgewiesenen Azidose oder einer Alkalose (pH hoch) sind die Resultate dieser beiden Parameter als zusätzliche Indikation zu betrachten. Sollte dieser Zustand chronisch werden, wird dies zu einer Anpassung der Calciumausscheidung in der Niere führen, was wiederum die Konzentration des ionisierten Calciums und des Gesamtcalciums im Serum verändern wird.

	pH-Wert	Calcium gesamt	Calcium ionisiert
<b>Akute Azidose</b>	Tief	Normal	Erhöht
<b>Chronische Azidose</b>	Tief	Vermindert	Normal
<b>Akute Alkalose</b>	Hoch	Normal	Vermindert
<b>Chronische Alkalose</b>	Hoch	Erhöht	Normal

Die unten aufgeführte Tabelle fasst die Hinweise zur Bestimmung des Calciums je nach pH-Wert und des Proteinanteils im Blut zusammen.

pH	Proteine (Bsp. Album.)	Bestimmung oder Berechnung
N	N	Calcium gesamt
N	↑ oder ↓	Calcium korrigiert
↑ oder ↓	N, ↑ oder ↓	Calcium gesamt + Calcium korrigiert

Legende:  
↑ : Erhöht  
↓ : Vermindert  
N : Normal

## 2. Phosphat

### 2.1 Einleitung

Das Phosphat ist das wichtigste intrazelluläre Anion. Der grösste Anteil des Phosphats (85 %) ist in den Knochen eingelagert und mit dem Calcium verbunden. Das in den Zellen anwesende Phosphat (14%) beteiligt sich an der Zusammensetzung der Lipide, der Proteine und der Nukleinsäuren. Nur 1 % befindet sich im Plasma. Die Plasmakonzentration des Phosphats ist das Resultat eines Gleichgewichts zwischen der Nahrungsaufnahme, seiner Speicherung im Knochen und der Regulierung seiner Exkretion durch die Niere, insbesondere durch das Parathormon.

Das Phosphat ist in den Calcium-Phosphat-Stoffwechsel (Verkalkung der Knochen) und in den Energiestoffwechsel (ATP, Phosphorylierung) involviert. Es gehört ebenfalls zu gewissen Zellbestandteilen (Phospholipide, Phosphoproteine). Seine Bestimmung ist als Ergänzung zu derjenigen des Calciums angemessen.

### 2.2 Die verschiedenen Formen des Phosphats im Plasma

- Organisches Phosphat: Es handelt sich hauptsächlich (~70 %) um Phospholipide (Beispiel: Bestandteile der Zellmembranen).
- Anorganisches Phosphat: in dieser Form (~30 %) erfolgt die Bestimmung des Phosphats im Labor.

### 2.3. Besonderheit des anorganischen Phosphats

Der Phosphatstoffwechsel ist eng an denjenigen des Calciums gebunden. Bei einer Unterfunktion der Nebenschilddrüsen (liegen nahe bei der Schilddrüse) beispielsweise, beobachtet man ein Anstieg des Phosphats und eine Verminderung des Calciums. Das Gegenteil zeichnet sich bei einem Hyperparathyreoidismus ab. Zudem kann eine schwere Hyperproteinämie, (Blutproteine erhöht) eine falsch erhöhte Messung des Phosphats ergeben. Aber im Gegensatz zum Calcium gibt es keine Korrekturformel für das Phosphat.

## 3. Entnahmebedingungen (allgemeine Empfehlungen)

	Calcium gesamt	Calcium ionisiert	Phosphat anorganisch
<b>Zeitpunkt der Blutentnahme</b>	morgens, nüchtern		
<b>Art der Probe</b>	Serum oder Plasma (vorzugsweise hepariniert)		
<b>Stabilität vor Zentrifugation</b>	2 Stunden bei 20-25 °C	4 Stunden bei 4 °C	Sofortige Zentrifugation
<b>Stabilität nach Zentrifugation</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 7 Tage bei 20-25 °C</li><li>• 3 Wochen bei 4-8 °C</li><li>• 8 Monate bei -20 °C</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 Stunden bei 4 °C</li><li>• 2 Monate bei -20 °C</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 4 Stunden bei 20-25 °C</li><li>• 1 Tag bei 4-8 °C</li><li>• Einige Monate bei -20°C</li></ul>
<b>Besondere Bedingungen</b>	Keine Antikoagulantien welche sich ans Calcium binden (EDTA, Oxalat, Zitrat)	Röhrchen vollständig füllen und niemals öffnen (strikte Einhaltung der anaeroben Bedingungen)	Hämolyse vermeiden wegen der intrazellulären hohen Konzentration

## 4. Zusätzliche Analysen

Im Fall einer Störung des Calcium-Phosphat-Stoffwechsels können, neben der Bestimmung des Gesamtproteins und des Albumins, noch zusätzliche Analysen durchgeführt werden.

- Die Marker des Knochenstoffwechsels (Beispiel: Parathormon, Vitamin D und Testosteron bei den Männern).
- Die Marker der Nierenfunktion (Beispiel: die Berechnung der Glomerulären Filtrationsrate anhand der Bestimmung des Kreatinins).
- Die Marker der Leberfunktion (Beispiel: ALAT und ASAT Enzyme).
- Die Protein-Elektrophorese (man beobachtet öfters ein Calciumanstieg bei einer Gammopathie).
- Das vollständige Blutbild (Untersuchung der Funktion des Knochenmarks).
- Die Bestimmung des Gesamtcalciums und des Phosphats im Urin (Risikobeurteilung in Bezug auf eine mögliche Bildung von Calciumsteinen, und ob ein Verlust im Nierenbereich vorhanden ist oder nicht).

Aktualisierung  
Erstellung

Mai 2020  
März 2009

Valérie Vuignier und Dagmar Kessler  
Saïd Marzouk und André Deom

© © CSCQ. OHNE EINVERSTÄNDNIS DES CSCQ DARF KEINE KOPIE DIESES DOKUMENTES GEMACHT WERDEN.

CSCQ, 2 chemin du Petit-Bel-Air, CH - 1225 Chêne-Bourg