**Station 1: Versuche zur Calciumresorption/Lösungsvorschlag**

**Aufgabe 1:**

1. *Beobachtung*:

zunächst Schaumbildung, später klare Flüssigkeit

1. *Versuchsergebnis:*

Calciumcarbonat löst sich unter Bildung von Kohlensäure auf.

1. *Reaktionsgleichung* (in wässriger Lösung):

CaCO3 + 2H+ + 2 Cl- Ca2+ + 2 Cl- + H2CO3

schwer- leicht- CO2 +H2O

löslich löslich

1. *Übertragung*:

Im Magen wird Calcium aus dem schwerlöslichen Salz durch HCl gelöst und kann so im Dünndarm leichter resorbiert werden.

**Aufgabe 2:**

1. *Beobachtung*:

Klare Lösung von Calciumchlorid in Wasser, klare Lösung von Oxalsäure in Wasser

Nach Zugabe der Flüssigkeit von Becherglas (2) in Becherglas (1) trübt sich die entstandene Lösung.

1. *Versuchsergebnis*:

Trübung lässt auf Ausfällung eines schwerlöslichen Stoffes schließen: Calciumoxalat

1. *Reaktionsgleichung* (in wässriger Lösung):

2 H+ + (C2O4)2- + Ca2+ + 2 Cl-  Ca(C204)2 + 2 H+ + 2 Cl-

schwerlöslich,

fällt aus

1. *Übertragung*:

Gelöstes Calcium kann durch Oxalsäure aus Lebensmitteln ausgefällt werden und ist damit nicht mehr resorbierbar.

**Station 2: Calciumresorption, Speisepläne/Lösungsvorschlag**

**Aufgabe 2:**

|  |  |
| --- | --- |
| **resorptionsfördernde Faktoren** | **resorptionshemmende Faktoren** |
| * Vitamin D * Lactose (Milchzucker) * Citronensäure  1. Aminosäuren | * Oxalsäure |
| * Phytinsäure |
| * Fett (gesättigte Fettsäuren) |
| * **Phosphate**; günstig Ca2+ : P = 1 : 1   aber bei gemischter Kost 0,6 – 0,8! |
| * Alkoholmissbrauch |
| * übermäßiger Kaffeegenuss |
| * Rauchen |
| * Abführmittel |
| * bestimmte Medikamente (z. B. Cortison) |

**Aufgabe 3:**

Astrid nimmt **129 mg Ca2+** auf.

Jörg nimmt **1065 mg Ca2+** auf.

## Jörgs Speiseplan ist besser geeignet, da

* viel mehr Calcium enthalten ist.
* Calcium besser verfügbar ist (resorbierbar ist) durch
  + höheren Gehalt an Lactose (Vollmilchjoghurt, Vanillecreme, Buttermilch).
  + höheren Gehalt an Aminosäuren: Milchprodukte, Fisch.
  + höheren Vit. D-Gehalt (Milchprodukte!).

**Station 3: Calciumstoffwechsel im Überblick/Lösungsvorschlag**

**Nahrung**  
ca.   
1000 mg

**Darm**

**Blut**

940 mg

**Knochen**  
Bestand:  
 1-1,5 kg

**Zellen**Bestand:   
4-7 g

**Niere**

200

140

60 mg

500 mg

500 mg

Die Mindesthöhe der täglichen Calciumzufuhr für einen Erwachsenen beträgt

**1000 mg**.

Damit werden die Verluste durch **den Darm (940 mg)** und **die Niere (60 mg)**

ausgeglichen.

**Station 4: Hormonelle Regulation/Lösungsvorschlag**

Voraussetzung für einen reibungslosen Austausch des Calciums zwischen Zellen, Knochen und Blut ist ein konstanter Blut-Calcium-Spiegel. Dafür sorgt ein fein abgestimmter

**Regelmechanismus** mit den Hormonen:

* **Parathormon (PTH)**
* **Calcitonin**
* **aktives Vitamin D**

Diese Hormone halten den Blut-Calcium-Spiegel in einem relativ engen Normbereich. Sie greifen an drei Stellen (Zielorganen) regulierend ein:

* am **Dünndarm**
* an den **Knochen**
* an den **Nieren**

Und so funktioniert die Regulation im Einzelnen:

1. Fall: **Die Ca2+-Konzentration im Blut ist *zu niedrig*:**

* **Parathormon (PTH)** wird von der **Nebenschilddrüse** ausgeschüttet   
  Parathormin bewirkt:
  + **Vermehrte** Freisetzung von Calcium und Phosphat aus den Knochen
  + **Verminderte** Ausscheidung von Calcium über die Nieren  
    (fördert gleichzeitig die Ausscheidung von Phosphat über die Nieren)
  + **Vermehrte** Bildung von aktivem Vitamin D

🢂 Konzentration von Ca2+ im Blut **steigt** (Konz. von Phosphat sinkt)

* **Aktives Vitamin D** (Vitamin **D3)** entsteht in den Nieren aus Vitamin D, angeregt durch einen erhöhten Parathormonspiegel.Wirkungen von Vitamin D3:
  + aktiviert in den Dünndarmzellen die Bildung eines **calciumbindenden   
    Carrierproteins** und **fördert** damit die Calcium-Resorption aus dem Darm
  + steigert die **Rückresorption** von Ca2+ in den Nieren
  + erhöht die **Einlagerung** von Ca2+ in die Knochen

2. Fall: **Die Ca2+-Konzentration im Blut ist *zu hoch*:**

* **Calcitonin** wird in der **Schilddrüse** gebildet und wirkt als Gegenspieler zum Parathormon. Calcitonin bewirkt:
  + **verstärkte** Einlagerung von Calcium in den Knochen
  + verminderten **Abbau** der Knochen (hemmt die Freisetzung von Ca2+ + Phosphat aus dem Knochen)
  + erhöhte **Ausscheidung** von Ca2+ und Phosphat über die Nieren
  + verminderte **Aufnahme** von Ca2+ über den Darm
  + Konzentration von Ca2+ im Blut **sinkt**

**Station 4: Hormonelle Regulation/Lösungsvorschlag**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Darm** | **Knochen** | **Nieren** |
| **Parathormon** | Ca2+-Resorption 🡅 | Ca2+-Freisetzung 🡅 | Ca2+-Ausscheidung 🡇  Umwandlung von 🡅 Vitamin D 🡲 Vit. D3 |
| **Calcitonin** | Ca2+-Resorption 🡇 | Ca2+-Freisetzung 🡇  Ca2+-Einlagerung 🡅 | Ca2+-Ausscheidung 🡅 |
| Vitamin-D-Hormon  **(Vit. D3)** | Ca2+-Resorption 🡅 | Ca2+-Einlagerung 🡅 | Ca2+-Ausscheidung 🡇 |

**Station 5: Funktionen von Calcium/Lösungsvorschlag**

**Aufgabe 1:**

1. Calcium und **Knochenmineralisierung**

* Calcium verleiht den Knochen und Zähnen die notwendige Festigkeit und Stabilität.
* Knochen sind ein wichtiger Calciumspeicher.
* In Knochen und Zähnen liegt Calcium in Form von Hydroxylapatit vor.

1. Calcium und **Blutgerinnung**

* Neben dem Wundverschluss durch Thrombozyten muss ein Fasernetz aus Fibrin ausgebildet werden, um einen stabilen Verschluss zu ermöglichen.
* Hierzu wird Ca2+ als Gerinnungsfaktor an mehreren Stellen benötigt

z. B. bei der Umwandlung von Prothrombin in Thrombin.

1. Calcium und **Muskelkontraktion**

* Calcium löst in der Muskelzelle eine Kontraktion aus.
* Calcium steuert die Kontraktionskraft des Herzens.

1. Calcium und **Erregbarkeit von Nerven**

* Niedrige Ca2+-Konzentrationen erhöhen die Erregbarkeit der Nerven.
* Ca2+ ist notwendig für die Reizübertragung an der Synapse.

1. **Stabilisierung der Zellmembran**

* beeinflusst Permeabilität (Durchlässigkeit) 🡪 entzündungs- und blutungshemmenden Einfluss

**Station 6: Folgen eines Calciummangels/Lösungsvorschlag**

1. **Ursachen des Calciummangels:**

* Ca2+-arme Ernährung
* Fehlen von UV-Licht (Vitamin D-Mangel)
* hoher Verzehr resorptionshemmender Stoffe
* Nierenfunktionsstörung

1. **Symptome von Calciummangel:**

* **Knochenerweichung** **und -verformungen** ⇨ Grund: Calcium verleiht den  
  Knochen und Zähnen die notwendige Festigkeit und Stabilität.
* **Blutungen** ⇨ Grund: Calcium ist beteiligt bei der Blutgerinnung.
* **Muskelkrämpfe** und Herzrhytmusstörungen ⇨ Grund: Calcium ist notwendig für die Muskelkontraktion.
* **Übererregbarkeit der Nerven** (Kribbeln, Taubheitsgefühle) ⇨ Grund: Calcium ist notwendig für die Reizübertragung.
* **Entzündungen, Blutungen** ⇨ **Grund: Calcium stabilisiert die Zellmembranen.**

1. Ein Knochen, der in der Salzsäurelösung war, ist weich und biegsam.  
   🡪 Für die Stabilität der Knochen ist Calcium (Ca2+-Verbindung/Apatit) notwendig. Wird das Calcium durch die Salzsäure herausgelöst (vgl. mit Versuch aus Station 1), so wird der Knochen weich.
2. Kinder: Rachitis  
   Erwachsene: Osteomalazie
3. Die Kinder mussten von morgens bis abends arbeiten. Die Fabriken waren dunkel.   
   Die Kinder kamen kaum bzw. gar nicht ans Sonnenlicht. Dadurch konnten ihre Körper kein Vitamin D bilden. Vitamin D fördert die Bildung eines Carriers im Darm und somit die Calciumresorption. Ist kein/zu wenig Vitamin D vorhanden, so kann Calcium im Darm nicht/kaum resorbiert werden.

**Station 7: Zufuhrempfehlungen/Lösungsvorschlag**

**Aufgabe 1 + 2:**

zum zum Auffüllen der zum gegen   
Knochenaufbau Calciumspeicher Knochen- altersbedingten  
 erhalt Abbau

**ab 51** Jahre

**30 – 51** Jahre

**19 – 29** Jahre

**14 – 18** Jahre

**1 – 13**

Jahre

**1000 mg**

**1000 mg**

**1000 mg**

**1200 mg**

**600  
bis  
1100 mg**

**Aufgabe 3:**

* erhöhter Bedarf von Kindern und Jugendlichen
  + zum Knochenwachstum (Längenwachstum)
* erhöhter Bedarf von jungen Erwachsenen
  + zum Auffüllen der Calciumspeicher
  + Zunahme der Knochenmasse

**Station 8: Calcium-Gehalt von Lebensmitteln/Lösungsvorschlag**

**Aufgabe 1:** Gut geeignet zur Bedarfsdeckung:

1. Milch und Milchprodukte: fettarme Frischmilch, Joghurt, Emmentaler, Greyerzer, Parmesan, Gouda, Appenzeller, Ricotta
2. Manche Gemüsesorten: Grünkohl, Fenchel (Blatt), Wirsing, grüne Bohnen, Lauch, Broccoli
3. Wenige Obstsorten: Datteln, Feigen
4. Nüsse und Samen: Mandeln, Haselnüsse, Leinsamen, Sonnenblumenkerne   
   (Verzehrmengen beachten)
5. Getreide und Getreideprodukte: Vollkornmüsli, Haferflocken
6. Fisch, Eier: Barsch, Nordseegarnele, Karpfen, Hühnerei

**Aufgabe 2:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | **S** | **E** | **E** | **L** | **A** | **C** | **H** | **S** |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **E** | **M** | **M** | **E** | **N** | **T** | **A** | **L** | **E** | **R** | **A** |  |  |  |
|  |  | **M** |  | **B** |  |  |  |  |  | **D** |  |  |  |  |  | **L** |  | **E** |  |
|  |  | **A** |  | **R** |  |  |  |  |  | **I** |  | **G** | **O** | **U** | **D** | **A** |  | **R** |  |
|  |  | **K** | **P** | **O** | **R** | **R** | **E** | **E** |  | **V** |  |  | **R** | **S** |  | **M** |  | **D** |  |
|  |  | **R** |  | **C** |  |  |  |  |  | **I** |  |  | **A** | **C** |  | **I** |  | **B** |  |
|  |  | **E** |  | **C** | **E** | **I** | **S** | **C** | **R** | **E** | **M** | **E** | **N** | **H** |  |  |  | **E** |  |
|  |  | **L** |  | **O** |  |  |  |  |  | **N** |  |  | **G** | **W** |  |  |  | **E** |  |
|  | **G** | **E** | **F** | **L** | **U** | **E** | **G** | **E** | **L** |  |  |  | **E** | **E** | **H** |  |  | **R** |  |
|  |  | **F** | **R** | **I** | **S** | **C** | **H** | **M** | **I** | **L** | **C** | **H** |  | **I** | **A** |  |  | **E** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **J** | **N** | **F** |  |  | **N** |  |
| **V** | **O** | **L** | **L** | **K** | **O** | **R** | **N** | **R** | **E** | **I** | **S** |  | **O** | **E** | **E** |  | **O** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **G** | **F** | **R** |  | **R** |  |  |
|  | **Q** |  |  |  |  | **G** | **R** | **U** | **E** | **N** | **K** | **O** | **H** | **L** | **F** |  | **A** |  |  |
|  | **U** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **U** | **E** | **L** |  | **N** |  |  |
| **B** | **A** | **N** | **A** | **N** | **E** |  |  |  |  | **A** |  |  | **R** | **I** | **O** |  | **G** |  |  |
|  | **R** |  |  | **H** |  |  |  |  |  | **P** |  |  | **T** | **S** | **C** |  | **E** |  |  |
|  | **K** |  |  | **E** |  |  |  |  |  | **F** |  |  |  | **C** | **K** |  | **N** |  |  |
|  |  |  |  | **R** |  |  |  |  |  | **E** |  |  |  | **H** | **E** |  |  |  |  |
|  |  | **W** | **E** | **I** | **Z** | **E** | **N** | **V** | **O** | **L** | **L** | **K** | **O** | **R** | **N** | **B** | **R** | **O** | **T** |
|  |  |  |  | **N** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **G** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Station 9: Beurteilung von Pausensnacks/Lösungsvorschlag**

**Aufgabe 1:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nährstoffe pro 100 g** | **Milchschnitte** | **Schokoriegel mit Milchcreme** | **Kinder-schokolade** | **Fruchtjoghurt**  **3,5 %** | **Milch  3,5 %** |
| Kohlenhydrate [g] | 34 | 71 | 53 | 16 | 5 |
| Fett [g] | 28 | 17 | 34 | 3 | 4 |
| Eiweiß [g] | 8 | 8 | 10 | 4 | 3 |
| Calcium [mg] | 200 | 250 | 300 | 125 | 120 |
| Vitamin B1 [mg] | 0,05 | 0,08 | 0,13 | 0,02 | 0,04 |
| Vitamin B2 [mg] | 0,35 | 0,40 | 0,50 | 0,18 | 0,18 |
| Brennwert [kJ] | 1770 | 1986 | 2332 | 439 | 272 |
| **Nährstoffdichte für Calcium** | **112,99** | **125,88** | **128,6** | **284,7** | **441,18** |

Quelle: Heseker, Heseker: Die Nährwerttabelle, Umschau-Verlag, aktualisierte 4. Auflage 2016/17

**Aufgabe 2:**

* Milch ist von allen Produkten die beste Calcium-Quelle, da Milch mit Abstand die höchste Nährstoffdichte für Calcium hat.
* fast 2 x so hoch wie bei Fruchtjoghurt
* mehr als 3 x so hoch wie bei Kinderschokolade und Schokoriegel
* ca. 4 x so hoch wie bei Milchschnitte

**Aufgabe 3:**

* Sie sind als Pausenverpflegung nicht geeignet, da sie sehr zucker- und fetthaltig sind.
* Am besten geeignet ist Milch oder Fruchtjoghurt.

**Aufgabe 4:** Tagesbedarf: 1200 mg Ca2+/100 ml Milch enthalten 120 mg Ca2+ ⇨ also 1 LiterMilch deckt den Tagesbedarf

**Station 10: Beurteilung von Mineralwässern/Lösungsvorschlag**

**Aufgabe 1**:

Suchen Sie ein Wasser, dessen Werte weitgehend alle Bedingungen erfüllt.

z. B.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Natrium** | **Calcium** | **Magnesium** | **Ca2+ / Mg2+** |
| **Ensinger** | **28,9** | **528,0** | **124,0** | **4,26** |

**Aufgabe 3**:

z. B**.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Wasser Nr.** | **Calciumgehalt in 100 ml** | **Prozent des Tagesbedarfes** |
| 1 Krumbach | 104 mg | 10,4 % |
| 2 Göppinger | 313 mg | 31,3 % |
| 3 Römer Sprudel | 543 mg | 54,3 % |

**W-Station 12: Kreuzworträtsel**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 1 | **K** | **N** | **O** | **C** | **H** | **E** | **N** | **A** | **U** | **F** | **B** | **A** | **U** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | 2 | **P** | **A** | **R** | **A** | **T** | **H** | **O** | **R** | **M** | **O** | **N** |  |  |  |  |  |
| 3 | **M** | **I** | **N** | **E** | **R** | **A** | **L** | **I** | **S** | **I** | **E** | **R** | **U** | **N** | **G** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | 4 | **C** | **A** | **L** | **C** | **I** | **T** | **O** | **N** | **I** | **N** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | 5 | **V** | **I** | **T** | **A** | **M** | **I** | **N** | **-** | **D** | **-** | **H** | **O** | **R** | **M** | **O** | **N** |
|  |  |  |  | 6 | **B** | **L** | **U** | **T** | **G** | **E** | **R** | **I** | **N** | **N** | **U** | **N** | **G** |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 7 | **H** | **E** | **M** | **M** | **T** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Lösungswort: Calcium