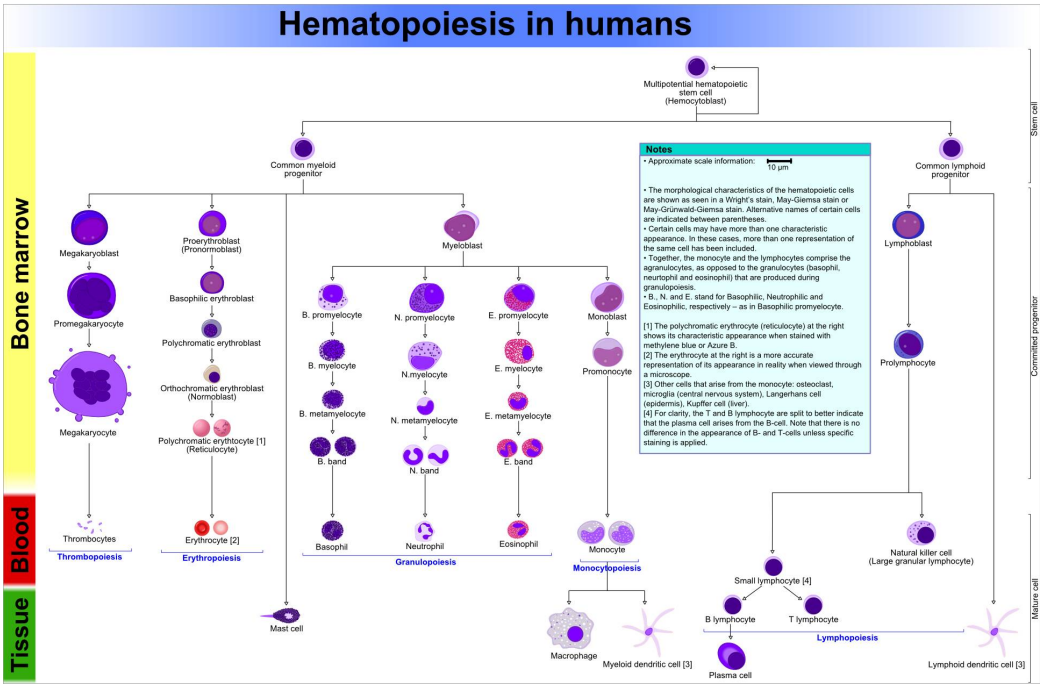
ZENTRUM FÜR LABORMEDIZIN

Klinische Chemie, Hämatologie und Immunologie
Frohbergstrasse 3, Postfach 1217
9001 St. Gallen, www.zlmsg.ch
Tel. 071 494 39 39, Fax 071 494 39 00

Hämatopoese (Blutbildung)



Definition	Die Hämatopoese ist ein komplexer biologischer Prozess, der sich physiologischerweise zum grössten Teil im Knochenmark abspielt und die **kontinuierliche Versorgung mit Blutzellen** sicherstellt. Bei der Hämatopoese werden durch **Zellteilungen und zunehmende Differenzierung aus pluripotente und multipotente hämatopoetischen Stammzellen reife Blutzellen** (z.B. Erythrozyten). Die Blutbildung verläuft in **mehreren Teilunges- und Reifungsphasen.** **Erst nach der Ausreifung der Zelle** kann sie ihre **spezifische Funktion im Blut erfüllen**.
Orte der Hämatopoese	Beim Erwachsenen findet die **Blutbildung** nur noch im **Stammskelett (flache Knochen des Kopfs, des Beckens, der Rippen und Wirbelkörper)** und in den **proximalen Anteilen** der **langen Röhrenknochen** statt.
Zelldifferenzierung	Grundsätzlich beginnt die Hämatopoese mit einer **pluripotenten Stammzelle**, die die Fähigkeit zur Selbsterneuerung **(Zellteilung und Zelldifferenzierung)** hat. Aus einer Stammzelle gehen nach 20 Teilungsschritten 10^6 reife Blutzellen hervor.
Einteilung	Die Hämatopoese lässt sich nach verschiedenen Aspekten in einzelne Prozesse aufteilen. Wir interessieren uns v.a. für die Einteilung nach Ort der Blutbildung. 1. Myelopoese 1.1 Erythropoese 1.2 Granulopoese 1.3 Monopoese 1.4 Thrombopoese 2. Lymphopoese

Myelopoese	Die Myelopoese findet beim Gesunden **aussschliesslich im Knochenmark** statt (so genannte **medulläre** Hämatopoese) und führt zur Bildung von Erythrozyten, Granulozyten, Monozyten und Thrombozyten. In der Fetalzeit oder unter pathologischen Bedingungen kann eine Blutbildung auch ausserhalb des Knochenmarks erfogen. Man spricht dann von extramedullären Hämatopoese. Aus der pluripotenten Stammzelle gehen zwei Stammzellen hervor, die eine multipotente Stammzelle für die Erythro-, Thrombo-, Mono- und Granulopoese die andere für die Lymphopoese. Aus der multipotenten Stammzelle gehen determinierte Stammzellen (Blasten) hervor. Diese Stammzellen können sich nur noch in Richtung einer bestimmten Blutzelllinie entwickeln.	
Erythrozytopoese	Die Erythrozyten stammen von der determinierten erythropoetischen Stammzelle im Knochenmark ab. Die Teilungs- und Reifungsphase dauert 4 – 7 Tage. Die zunehmende Hämoglobinkonzentration im Zytoplasma zeigt sich durch die Farbveränderung von polychromatisch zu oxyphil. Im Stadium des oxyphilen Erythroblasten wird der Kern ausgestossen. Nach dem Übertritt in die Blutbahn erfüllen die Erythroyzten während 100 – 120 Tagen ihre Aufgaben im Blut. Ihr Abbau erfolgt vorwiegend in der Milz.	
Granulopoese	Während der Reifung durchlaufen die Zellen mehrere charakteristische morphologische Stadien, die eigene Bezeichnungen besitzen. Nach zunehmender Zellreife geordnet, ergibt sich folgende Reihe: **Myeloblast – Promyelozyt – Myelozyt – Metamyelzyt – stabkerniger Granulozyt – segmentkerniger Granulozyt**	
Monopoese	Die Differenzierung verläuft zunächst gemeinsam mit der Differenzierung der neutrophilen Granulozyten.	
Thrombopoese	Die Thrombozyten stammen von der determinierten megakaryopoetischen Stammzelle im Knochenmark ab. Durch Teilung und Reifung entstehen aus den Megakaryoblasten die Megakaryozyten. In den Megakaryozyten finden Kernteilungen ohne anschliessende Teilung des Zytoplasmas statt. So entstehen die grössten Zellen des Knochenmarks. Thromboyzten entwickeln sich, unter dem Einfluss des Mediators Throbopoietin, durch Plasmaabschnürungen des Megakaryozyten und sind demzufolge keine eigentlichen Zellen. Sie werden als 2 – 4 μm grosse „Plättchen“ in die Blutbahn ausgeschieden. Aus einem Megakaryozyten entstehen ca. 4000 Thromboyzten.	
Lymphopoese	Die Lymphopoese führt zur Bildungen der Lymphozyten. Sie vollzieht sich ebenfalls im Knochenmark, die weitere Differenzierung der Zellen ist vom Zelltyp abhängig: Die Differenzierung (Prägung) der T-Zellen findet in den lymphatischen Organen (z.B. Thymus, Lymphknoten, Milz) statt, die B-Zellen differenzieren sich im Knochenmark.	
Begriffe	pluripotent	Stammzellen, die sich in nahezu alle Zelltypen differenzieren können und die Fähigkeit der Selbsterneuerung hat.
	multipotent	Stammzellen, die die Fähigkeit haben, sich zu verschiedenen Zelltypen innerhalb eines Gewebezyps zu differenzieren.

Quellenangabe:
- Grundkurs Hämatologie, 2003 (2. Aufl.), Blackwell Verlag, Berlin-Wien
- Roche Grundkurs Hämatologie, 1997
- Labormethoden in der Hämatologie, 1988, Verlag Hans Huber, Bern
- Basics Hämatologie, 2011 (2. Aufl.), Urban & Fischer, München
- Praktische Hämatologie, 1989 (9. Aufl.), Georg Thieme Verlag Stuttgart