



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Mise en évidence des altérations de la moelle osseuse par la coloration de la réticuline à Abidjan

Faïza ALASSANI^{1,2*}, Vincent YAPO^{1,3}, Issouf BAMBA³, Duni SAWADOGO¹ et Michel HONDE⁴

¹Département des Sciences Biologiques, Unité pédagogique Hématologie et Biologie Générale, UFR SPB, BP V 34, Université Félix Houphouët Boigny de Côte d'Ivoire.

²Service de Biologie Médicale, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) d'Angré BP 54378, Abidjan, Côte d'Ivoire.

³Unité de Biologie Moléculaire, Centre de Diagnostic et de Recherche sur le Sida (CeDRS) de Côte d'Ivoire BP V 03, Abidjan.

⁴Laboratoire Central, Plateau, Abidjan, Côte d'Ivoire/ Centre d'Anatomie Pathologique Privé d'Abidjan, BP 10845, Abidjan, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail :faiza.alassani@yahoo.fr, Tel : 00225 0505844810

Received: 18-07-2024

Accepted: 20-10-2024

Published: 31-10-2024

RESUME

La biopsie ostéo-médullaire associée à l'étude histologique reste un atout majeur dans la mise en évidence des pathologies de la moelle osseuse. L'objectif de cette étude était de montrer l'intérêt de la biopsie ostéo-médullaire colorée à la réticuline dans le diagnostic de ces affections. Une étude transversale a eu pour cadre le laboratoire central du Plateau et l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques d'Abidjan. Elle a réuni 35 blocs d'inclusion à paraffine contenant des biopsies ostéo-médullaires (BOM) sur lesquels des coupes histologiques ont été réalisées. Les colorations d'hématoxyline-éosine et de la réticuline ont été effectuées pour examen microscopique. L'âge moyen des patients était de $45,1 \pm 16,9$ ans avec des extrêmes de 19 et 77 ans. L'aspect histologique après coloration à l'Hématoxyline-éosine (H&E) a indiqué 13 cas de fibrose médullaire (37,1%) et la coloration de la réticuline a confirmé 6 six (6) cas de fibrose réticulinique (17,2%). La coloration de la réticuline a mis en exergue six cas de fibrose réticulinique. Cette fibrose réticulinique, s'observe lors des syndromes myéloprolifératifs, en particulier de la myélofibrose avec métaplasie myéloïde. Pour identifier les fibroses non réticuliniques, il aurait fallu associer à la coloration de la réticuline celle du trichome de Masson.
© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Fibrose, réticuline, moelle osseuse, hématoxyline-éosine, Abidjan.

Demonstration of bone marrow alterations by reticulín staining in abidjan

ABSTRACT

Bone marrow biopsy followed with tissue microscopic study remains a major asset in the detection of bone marrow pathologies. The objective of this study was to show the interest of bone marrow biopsy stained with reticulín in the diagnosis of these conditions. This cross-sectional study took place in the central laboratory of Plateau and the Department of Pharmaceutical and Biological Sciences of Abidjan. It collected 35 paraffin

embedding blocks containing bone marrow biopsies (BOM) on which tissue sections were made. Hematoxylin-eosin and reticulin stains were performed for microscopic examination. The mean age of the patients was $45,1 \pm 16,9$ years with extremes of 19 and 77 years. Tissue appearance after H&E Hématoxyline-éosine staining indicated 13 cases of bone marrow fibrosis (37.1%). And the reticulin staining confirmed 6 six cases of reticulin fibrosis (17.2%). Reticulin staining highlighted cases of reticuline fibrosis. This reticuline fibrosis is observed in particular during myeloproliferative syndromes, in particular myelofibrosis with myeloid metaplasia. To identify non-reticulin fibrosis, it would have been necessary to associate the staining of the reticulin with that of Masson's trichome.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Fibrosis, reticulin, bone marrow, hematoxylin-eosin, Abidjan.

INTRODUCTION

La moelle osseuse est un organe lymphoïde central qui joue un rôle vital dans le fonctionnement de l'organisme (Lucas, 2021). Elle est constituée de moelle rouge (active) et de moelle jaune dont les proportions varient avec l'âge et le type d'os en présence (Vande Berg et al., 2001 ; Vande Berg et al., 2001). Son dysfonctionnement donne lieu à des affections de la moelle osseuse. Au nombre de ces anomalies figurent les lymphomes, les syndromes myelodysplasiques, les tumeurs métastatiques, le myélome multiple, les fibroses (Ito, 2018; Feyaerts et Demey, 2022). Le diagnostic de ces affections fait intervenir des méthodes moléculaires, radiologiques, histologiques et cytologiques (Porwit et Ziarkiewicz-Wroblewska, 2019). Malgré les progrès dus à l'introduction de la biologie moléculaire et de l'imagerie, l'histologie de la moelle osseuse reste un atout majeur dans la mise en évidence des pathologies médullaires. En effet seule la biopsie ostéo-médullaire associée à l'étude histologique permet de déceler une fibrose médullaire (Bartels et al., 2020; Le Clef et al., 2019) . La biologie moléculaire présente des avantages dans la préservation des antigènes tissulaires et des acides nucléiques (Quintanilla-Martinez et al., 2012). L'imagerie quant à elle permet de détecter les métastases médullaires, osseuses (Steinborn et al., 2000). De plus, ces deux méthodes offrent un délai court d'exécution par rapport aux étapes de décalcification, de déshydratation, d'inclusion ,de coupe et de coloration de l'histologie médullaire

(Quintanilla-Martinez et al., 2012). Toutefois, elles présentent des limites dans la révélation d'une fibrose médullaire (Hofbauer et al., 2021; Quintanilla-Martinez et al., 2012). La présente étude avait pour objectifs objectif de montrer l'intérêt de la biopsie ostéo-médullaire colorée à la réticuline chez les patients présentant une anomalie de la moelle osseuse à Abidjan.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

Cette étude a eu lieu au laboratoire central d'Abidjan Plateau et au laboratoire du département d'hématologie et de biologie générale de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Côte d'Ivoire.

Matériel

Le matériel biologique était constitué de 35 biopsies ostéo-médullaires de patients adressées au laboratoire central pour analyse. Les cytopénies périphériques et médullaires étaient les principales causes de demande de biopsie ostéo-médullaire.

Méthodes

Il s'agissait d'une étude transversale à visée descriptive. A partir de ces biopsies, les opérations de décalcification, de déshydratation et d'inclusion ont été effectuées afin d'obtenir des blocs d'inclusion à paraffine. Ces blocs d'inclusion à paraffine ont été retrouvés dans la biothèque du laboratoire et des coupes histologiques de 3 μm d'épaisseur

ont été réalisées au microtome Leica (Wetzlar, Allemagne) Ces coupes ont été colorées à l'hématoxyline de Harris et à l'éosine d'une part et à la réticuline selon la technique de Gordon et Sweet de Bio-Optica (Milan, Italie) d'autre part. Elles ont ensuite été montées à la résine synthétique Eukitt (Fribourg, Allemagne). Après le montage, les lames ont été examinées au microscope optique Optika (Milan, Italie) relié à un ordinateur HP Intel Core i3 (Silicon Valley, Etats-Unis) équipé du logiciel Optika vision Pro.

Au faible grossissement les paramètres étudiés étaient l'épaisseur de la corticale osseuse, la présence d'artefacts et d'éventuels foyers anormaux, les travées osseuses (épaisseur, structure, contour) et la cellularité de la moelle osseuse. Ainsi différents grades de richesse ont été établis (Audouin et al., 2004) :

Grade 1 : lorsqu'une à trois cellules hématopoiétiques se rencontrent entre les adipocytes

Grade 2 : lorsque les éléments hématopoiétiques forment des nids d'une dizaine à une vingtaine de cellules

Grade 3 : lorsque les cellules sont plus nombreuses et qu'il existe moins de dix mais plus de cinq adipocytes dans un champ microscopique

Grade 4 : lorsque les adipocytes sont moins de quatre à cinq par champ

Grade 5 : lorsque la plupart des champs examinés sont dépourvus d'adipocytes

Au fort grossissement, les lignées érythroblastique, granuleuse et mégacaryocytaire ont été évaluées. L'organisation des fibres de réticuline du stroma médullaire a été déterminée selon la classification de Bauermeister (Audouin et al., 2004).

Analyses statistiques

La collecte des données et l'analyse statistique ont été réalisées avec les logiciels Optika vision pro, Excel 2016 et SPSS 25.

Considérations éthiques

L'anonymat ainsi que la confidentialité des données ont été préservés.

RESULTATS

Répartition des patients selon la tranche d'âge

La moyenne d'âge des patients de l'étude était de $45,1 \pm 16,9$ ans avec des extrêmes de 19 et 77 ans. Les tranches d'âge de 19 à 34 ans ainsi que celle 35 à 50 ans prédominaient (30,3%). La tranche d'âge de plus de 66 ans (15,2%) était la moins représentée (Figure 1).

Données démographiques et histologiques de la population d'étude

Le Tableau 1 présente les données démographiques et histologiques de la population d'étude.

L'échantillonnage d'étude était essentiellement constitué de sujets de sexe masculin avec un sex-ratio de 1,2. L'hypocellularité était fréquente dans 51,4% des biopsies. Celles présentant une cellularité normale et une hypercellularité étaient respectivement estimées à 37,2% et 11,4%. Le grade de richesse 2 (42,9%) était le plus représenté dans les biopsies suivis des grades de richesse 4 (25,7%), 3 (11,4%), 5 (11,4%) et 1(8,6%). Une diminution de la lignée érythroblastique a été observée dans plus de la moitié des biopsies soit 60%. La lignée granuleuse était diminuée dans 51,4% des cas. Quant à la lignée mégacaryocytaire, elle était également diminuée dans 54,3% des biopsies.

Grade de richesse après coloration à l'Hématoxyline-Eosine aux faible et fort grossissements

Les Figures 2 et 3 symbolisent les différents grades de richesse après coloration à l'hématoxyline éosine (HE) l'Hématoxyline-Eosine aux grossissements $\times 100$ (faible grossissement) et $\times 400$ (fort grossissement).

Fréquence de fibrose médullaire dans les biopsies

La fibrose médullaire était présente dans 13 biopsies soit une fréquence de 37,1% (Tableau 2).

Répartition des biopsies selon le grade de réticuline

La Figure 4 indique la répartition des biopsies selon le grade de réticuline. Six cas de fibrose reticulinique ont été confirmés après coloration de la réticuline soit une fréquence de 17,6%. Selon la classification de Bauermeister (Audouin et al., 2004), la fibrose reticulinique est définie à partir du grade 2 de réticuline. Le grade de réticuline 3 dominait (8,8%), suivi des grades 2 (5,9%) et 4 (2,9%).

Organisation des fibres de réticuline du stroma médullaire

La Figure 5 est une illustration des différents grades de réticuline observés.

Le grade 0 est caractérisé par une absence de fibres de réticuline visibles.

Le grade 1 présente quelques fibres fines isolées et/ou foyers de fibres fines en réseau.

Le grade 2 est établi par un réseau diffus de fibres fines de réticuline.

Le grade 4 est défini par un réseau diffus de fibres fines et épaisses.

Le grade 5 est caractérisé par un réseau diffus de fibres épaisses (Audouin et al., 2004).

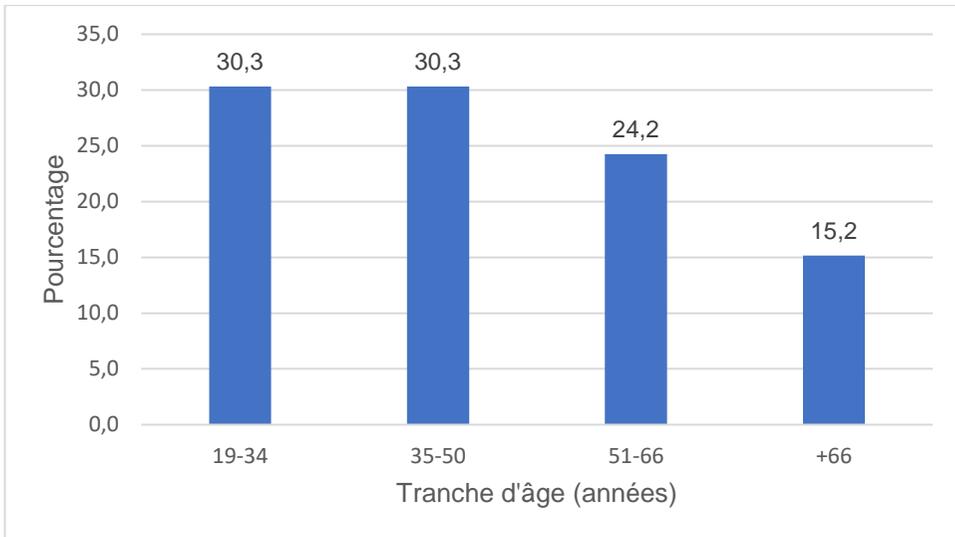
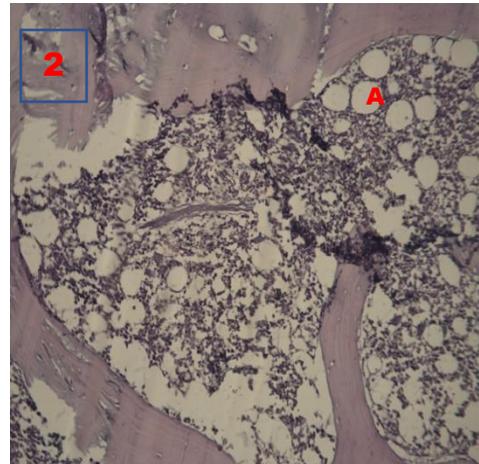
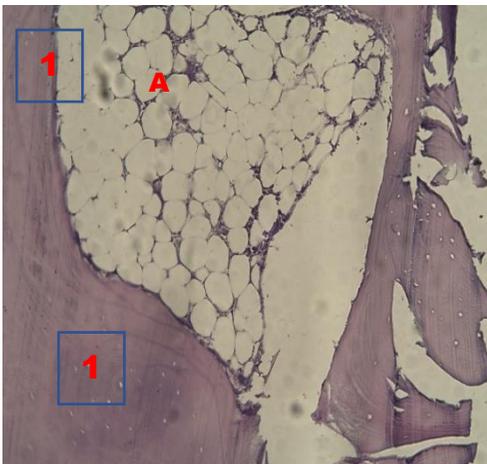


Figure 1 : Répartition des patients selon la tranche d'âge (n = 35).

Tableau 1 : Données démographiques et histologiques de la population d'étude.

Paramètres	Effectif	Pourcentage %
Sexe		
Masculin	19	54,3
Féminin	16	45,7
Total	35	100
Cellularité		
Hypocellulaire	18	51,4
Normale	13	37,2
Hypercellulaire	4	11,4

Total	35	100
Grade de richesse		
1	3	8,6
2	15	42,9
3	4	11,4
4	9	25,7
5	4	11,4
Total	35	100
Lignée érythroblastique		
Diminuée	21	60,0
Normale	5	14,3
Augmentée	9	25,7
Total	35	100
Lignée granuleuse		
Diminuée	18	51,4
Normale	10	28,6
Augmentée	7	20,0
Total	35	100
Lignée mégacaryocytaire		
Diminuée	19	54,3
Normale	7	20,0
Augmentée	9	25,7
Total	35	100



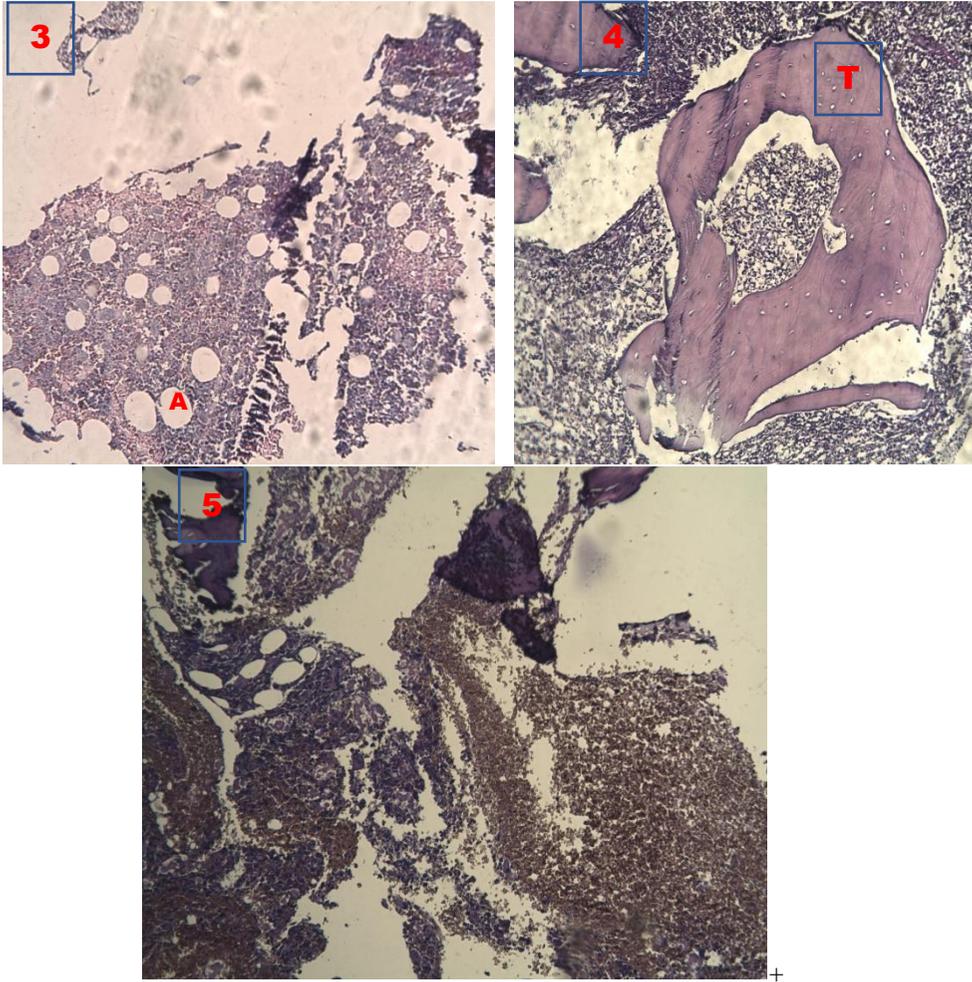
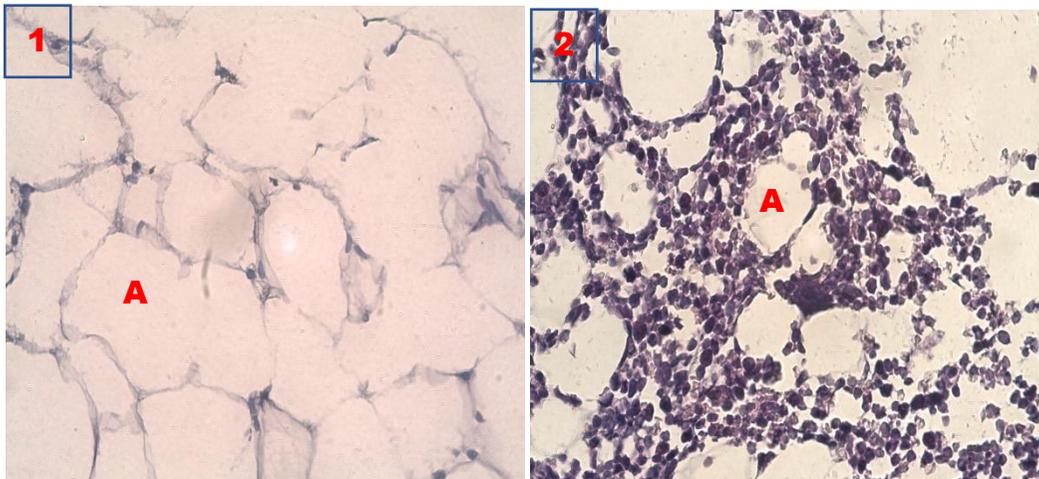


Figure 2 : Grade de richesse à la coloration HE, ($\times 100$) .

Image 1 (grade 1), image 2 (grade 2), image 3 (grade 3), image 4 (grade 4), image 5 (grade 5)
A : Adipocyte, T : Travée osseuse.



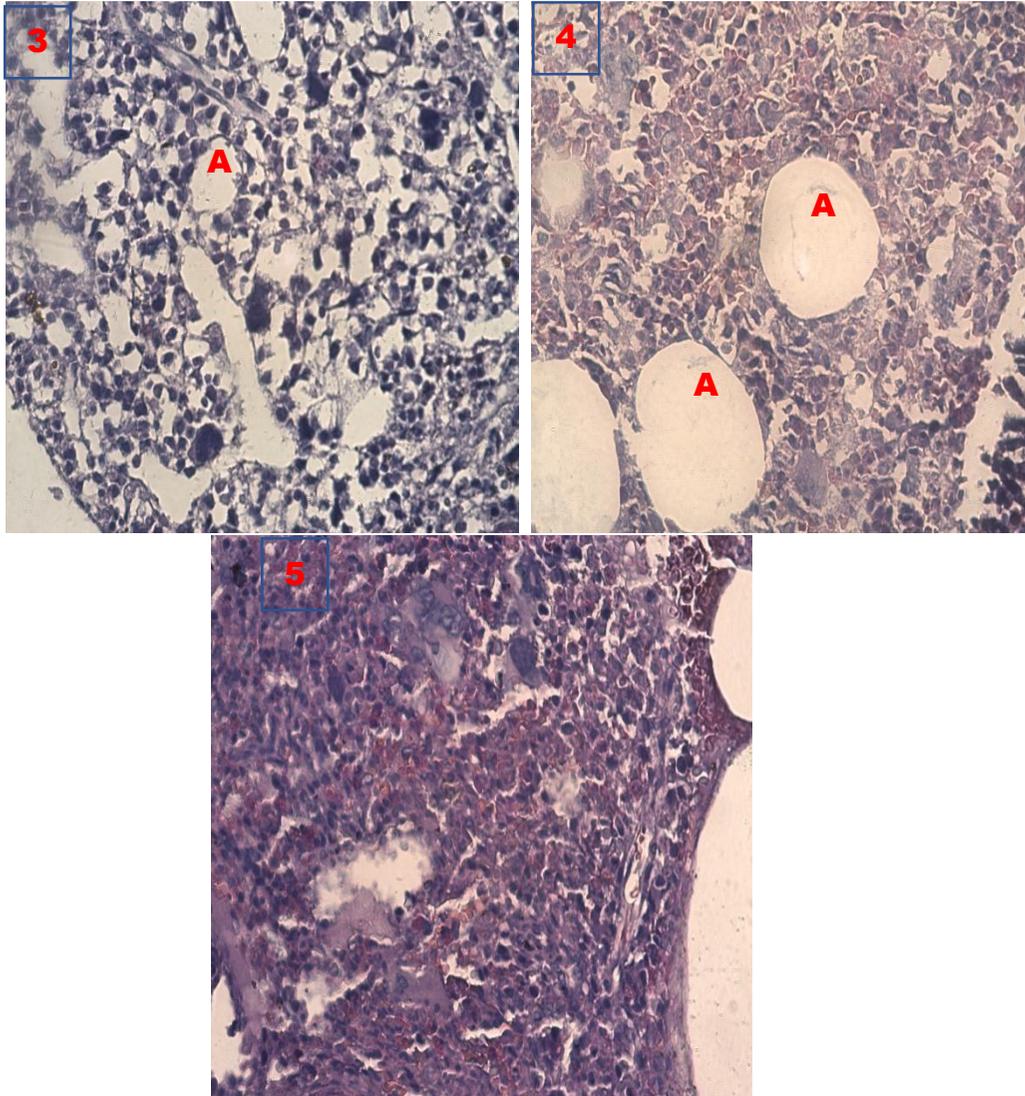


Figure 3 : Grade de richesse à la coloration HE, ($\times 400$).

Image 1 (grade 1), image 2 (grade 2), image 3 (grade 3), image 4 (grade 4), image 5 (grade 5)

A : Adipocyte.

Tableau 2 : Fréquence de fibrose médullaire dans les biopsies.

	Fibrose médullaire		Total
	Présence	Absence	
Effectif	13	22	35
Pourcentage	37,1%	62,9%	100

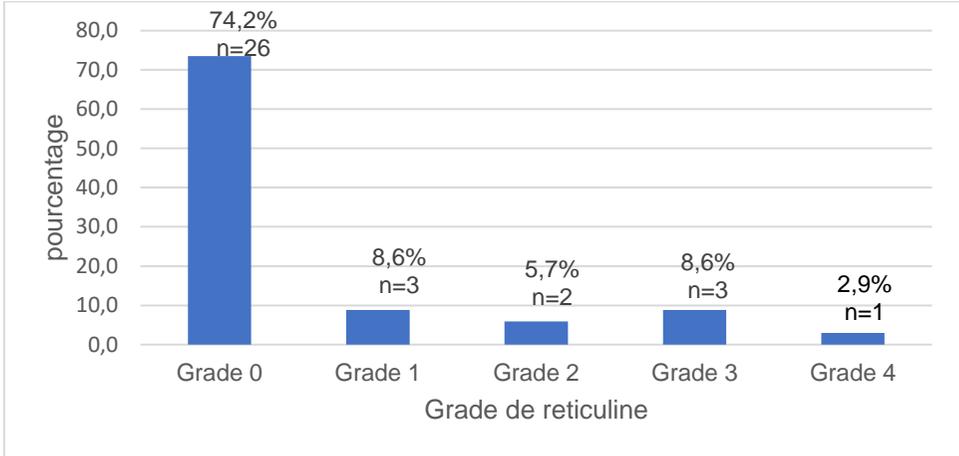


Figure 4 : Répartition des biopsies selon le grade de réticuline (n = 35).

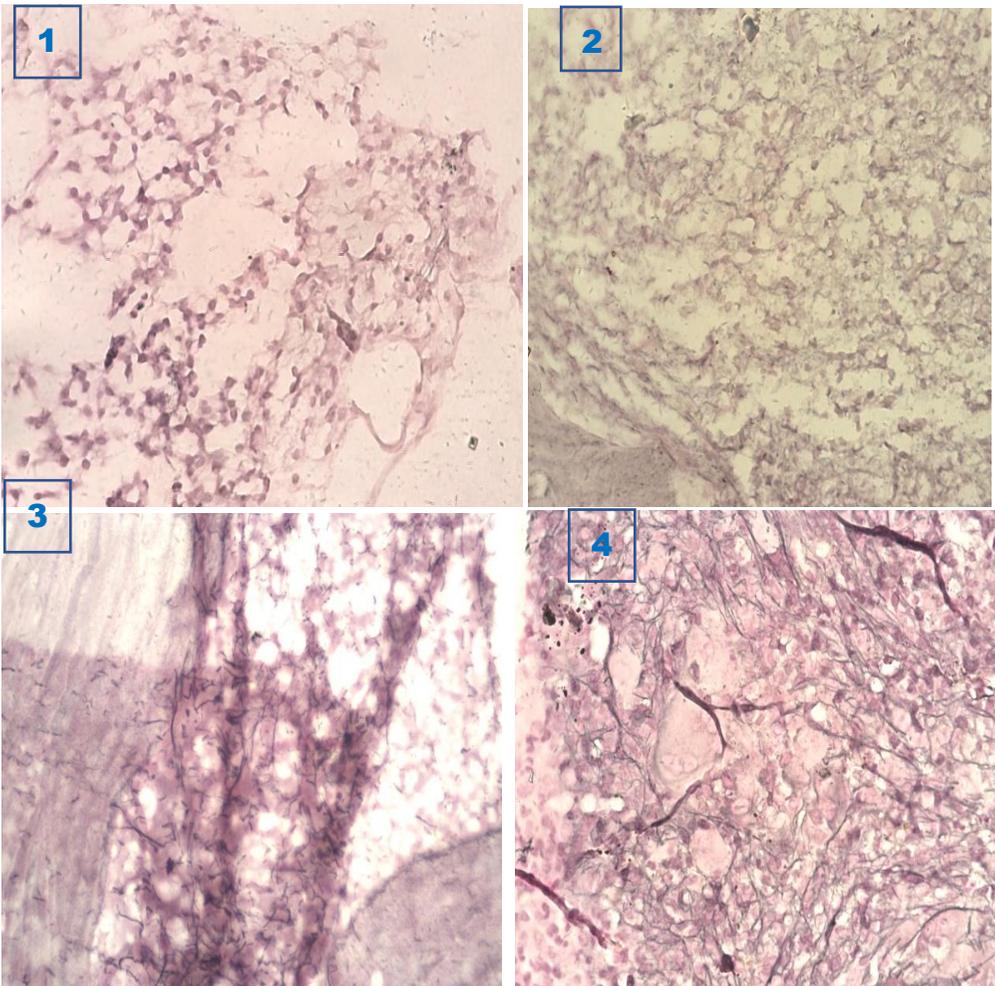


Figure 5 : Organisation des fibres de réticuline du stroma médullaire grade 1 de réticuline (image 1), grade 2 de réticuline (image 2) grade 3 de réticuline (image 3), grade 4 de réticuline (image 4) - coloration de la réticuline, ($\times 400$).

DISCUSSION

La moyenne d'âge de l'étude qui était de 45,1 ans est inférieure à celle rapportée en France par Rager et al. (2011) (54 ans). Cette différence peut s'expliquer par l'espérance de vie qui varie d'un continent à un autre. La prédominance masculine a été également observée par Sanogo et al. (2023) ainsi que Voltin et al. (2018) à travers un sex ratio H/F respectivement de 2,4 et 1,4. Cette différence peut s'expliquer par l'espérance de vie moyenne dans l'espace Union Monétaire Economique Ouest Africain qui est de 57,6 ans chez l'homme contre 60,4 ans chez la femme (UEMOA, 2012). La cellularité est définie par le pourcentage du tissu hématopoïétique par rapport à l'ensemble du tissu médullaire non osseux (Audouin et al., 2004). Chez l'adulte, une cellularité d'environ 50%, supérieure à 30% et inférieure à 75% est considérée comme dans les normes (Audouin et al., 2004). Au-dessus de 75%, il s'agit d'hypercellularité ou d'hyperplasie de la moelle osseuse (Audouin et al., 2004). En dessous de 30%, l'hypocellularité ou hypoplasie de la moelle osseuse est évoquée (Audouin et al., 2004). L'hypocellularité régulièrement notée dans les biopsies était en lien avec le grade de richesse 2 qui prédominait. Cette hypoplasie a également été rapportée par Oukabli et al. (2010). Une des causes de cette hypoplasie est la transformation gélatineuse de la moelle osseuse. Böhm (2000), de même que Boullu-Ciocca et al. (2005) ont également relevé cette cause dans leurs travaux respectifs.

Les lignées érythroblastique, granuleuse et mégacaryocytaire étaient diminuées dans la majorité des biopsies. Ce constat dénote d'érythropoïèse, de granulopoïèse et de mégacaryocytopoïèse anormales. Il s'explique par le fait que toutes les cellules sanguines (hématies, polynucléaires, monocytes, lymphocytes et plaquettes) sont produites à partir d'une même cellule indifférenciée dite cellule souche multipotente ou cellule souche primitive. Bain et al. (2001) ont également noté ces diminutions de lignées de la moelle osseuse dans leurs travaux. Zeidan et al. (2017) ont lié l'inefficacité de l'hématopoïèse à des

déficiences du compartiment des cellules souches hématopoïétiques avec pour conséquences divers degrés de cytopénies sanguines périphériques et parfois, une progression vers la leucémie myéloïde aiguë. D'autres facteurs susceptibles d'élucider cette hématopoïèse inefficace, dont le micro-environnement médullaire, ont été rapportés par Cavazzana-Calvo et al. (2007). La fréquence de fibrose médullaire de la présente étude était supérieure (13 cas soit 37,1%) à celle Ghanima et al. (2014) qui était de 18%. Cette différence peut s'éclairer par l'absence de traitement spécifique chez les patients ; contrairement à l'étude de Ghanima et al. (2014) dont les patients étaient sous traitement par des agonistes des récepteurs de la thrombopoïétine. L'instauration d'un traitement spécifique semble impacter la présence de fibrose médullaire chez les patients. Tout comme Ghamina et al. (2014), Fu et al. (2013) ont relevé une fréquence de fibrose médullaire inférieure à la nôtre (17%) chez des patients sous traitement. La coloration de la réticuline a mis en évidence 17,2% de fibrose réticulinique (6 cas) constituée de grade 2 (5,7%), grade 3 (8,6%) et grade 4 (2,9%). Les biopsies de fibrose médullaire à l'Hématoxyline-éosine H&E, non révélées par la coloration de la réticuline sont probablement liées à la présence de collagène. Le taux de fibrose réticulinique de cette étude diffère de celui de Barraco et al. (2017) qui ont rapporté 10% de fibrose réticulinique repartis en grade 2 (8%) et grade 3 (2%). Melody et al. (2020) ont aussi noté un taux de fibrose réticulinique de grade 3 à 4%. Ces différences peuvent s'expliquer par le stade de fibrose auquel se trouvaient les patients de la présente étude au moment de leur dépistage. Les travaux de Barraco et al. (2017) ont souligné l'association entre la progression fibrotique et la présence des fibres de réticuline.

Conclusion

Cette étude a mis en évidence les aspects histologiques au cours des altérations de la moelle osseuse. Ces aspects étaient dominés par une hypocellularité et une diminution de toutes les lignées

hématologiques. De plus, des cas de fibrose médullaire ont été confirmés par la coloration de la réticuline. Ces cas confirmés indiquent la présence de fibrose réticulinique chez les participants à l'étude. La coloration de trichome de Masson serait utile au diagnostic de la fibrose non réticulinique.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

FA a mené la phase de collecte des données et a rédigé le manuscrit ; VY a conçu l'étude et a contribué à la correction du manuscrit ; IB, DS et MH ont contribué à la correction du manuscrit.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit du personnel de l'unité d'Anatomo-Pathologie du laboratoire central d'Abidjan Plateau, du Pr Kouakou Koffi (Président de l'Université Alassane Ouattara) et du Dr Zougrou N'Guessan Ernest (Assistant à l'Université Félix Houphouët Boigny).

REFERENCES

Audouin J, Delacrétaiz, F, Diebold J. 2004. *Biopsie Médullaire Osseuse en Pratique Quotidienne*. Elsevier Masson : Paris.

Bain BJ, Clark DM, Lampert IA. 2001. *Bone Marrow Pathology* (3rd edn). Blackwell Science: Oxford.

Barraco D, Cerquozzi S, Hanson C.A, Ketterling RP. 2017. Prognostic Impact of Bone Marrow Fibrosis in Polycythemia Vera: Validation of the IWG-MRT study and Additional Observations. *Blood Cancer J.*, **7**(3): e538. DOI: <https://doi.org/10.1038/bcj.2017.17>

Bartels S, Faisal M, Büsche G, Schlue J, Hasemeier B, Schipper E, Vogtmann J, Westphal L, Lehmann U, Kreipe H. 2020. Bone Marrow Fibrosis in Primary Myelofibrosis in relation to Myelodysplasia and Age-related Mutations of Hematopoietic Cells. *Der Pathologe*, **41**(2): 124-128. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s00292-020-00828-2>.

Böhm J. 2000. Gelatinous Transformation of the Bone Marrow: The Spectrum of Underlying Diseases. *The American Journal of Surgical Pathology*, **24**(1): 56-65. DOI: <https://doi.org/10.1097/00000478-200001000-00007>.

Boullu-Ciocca S, Darmon P, Sébahoun G, Silaghi A, Dutour-Meyer A. 2005. Transformation Gélatineuse de la Moelle Osseuse au cours de l'Anorexie Mentale. *Annales d'Endocrinologie*, **66**(1): 7-11. DOI : [https://doi.org/DOI:10.1016/S0003-4266\(05\)81680-4](https://doi.org/DOI:10.1016/S0003-4266(05)81680-4).

Cavazzana-Calvo M, Six E, André-Schmutz I, Coulombel L. 2007. Hématopoïèse Humaine: des Cellules CD34 aux Lymphocytes T. *Médecine/Sciences*, **23**(2): 151-60. DOI: <https://doi.org/10.1051/medsci/2007232151>.

UEMOA. 2012. La situation du Genre aux plans de la démographie et de la santé. URL: <https://e-docucenter.uemoa.int/fr/135-la-situation-du-genre-aux-plans-de-la-demographie-et-de-la-sante>.

Fu B, Chi Young OK, Goswami M, Xei W, Jesse MJ, Muzzafar Tariq, Bueso-Ramos C. 2013. The Clinical Importance of Moderate/Severe Bone Marrow Fibrosis in Patients with Therapy-Related Myelodysplastic Syndromes. *Annals of Hematology*, **92**(10): 1335-1343. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00277-013-1776-3>.

Ghanima W, Turbiner GJ, Lee CS, Boiocchi L, Imahiyerobo AA, Orazi A, James B. 2014. Bone Marrow Fibrosis in 66 Patients with Immune Thrombocytopenia Treated with Thrombopoietin-Receptor Agonists: A Single-Center, Long-Term Follow-Up. *Haematologica*, **99**(5): 937-944. DOI: <https://doi.org/10.3324/haematol.2013.098921>.

Hofbauer LC, Bozec A, Rauner M, Jakob F, Perner S, Pantel K. 2021. Novel Approaches to Target the Microenvironment of Bone Metastasis.

- Nature Reviews. Clinical Oncology*, **18**(8): 488-505. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41571-021-00499-9>.
- Ito M. 2018. Highlights: Focus on Bone Marrow Pathology: Topics of Recent Advances in Bone Marrow Pathology. *Journal of Clinical and Experimental Hematopathology*, **58**(2): 43-44. DOI: <https://doi.org/DOI:10.3960/jslrt.58001>.
- Lucas D. 2021. Structural Organization of the Bone Marrow and its role in Hematopoiesis. *Curr. Opin. Hematol.*, **28**(1): 36-42. DOI: <https://doi.org/10.1097/MOH.00000000000000621>.
- Melody M, Al Ali N, Zhang L, Ramadan H, Padron E, Sallman D, Sweet K. 2020. Decoding Bone Marrow Fibrosis in Myelodysplastic Syndromes. *Clinical Lymphoma, Myeloma & Leukemia*, **20**(5): 324-328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clml.2020.01.003>.
- Oukabli M, Selim J, Chahdi H, Rharrassi I, Doghmi K, Mikdame M, Albouzidi A. 2010. Cause Rare d'Hypoplasie Sévère : la Transformation Gélatineuse de la Moelle Osseuse. *The Pan African Medical Journal*, **6**(8): 8-12. DOI: <https://doi.org/10.1080/08998280.2007.11928299>.
- Porwit A, Ziarkiewicz-Wroblewska B. 2019. Advances in Bone Marrow Diagnostics of Patients with Cytopenia Pathobiology. *Journal of Immunopathology, Molecular and Cellular Biology*, **86**(1): 5-6. DOI: <https://doi.org/10.1159/000492023>.
- Quintanilla-Martinez L, Tinguely M, Bonzheim I, Fend F. 2012. Bone Marrow Biopsy: Processing and use of Molecular Techniques. *Der Pathologe*, **33**(6): 481-89. DOI : <https://doi.org/10.1007/s00292-012-1647-z>.
- Rager O, Parrens M, Brière J, Lippert E, Milpied N, Pellegrin JL, Viallard JF. 2011. Intérêt de la Biopsie Ostéoméduleuse dans la Thrombocytémie Essentielle. *La Presse médicale*, **40**(12): e507-515. DOI: <https://doi.org/DOI:10.1016/j.lpm.2011.04.014>.
- Sanogo SD, Traoré A, Soumaré G, Maiga A, Mallé O, Drabo S, Dicko M. 2023. Clinical, Endoscopic and Histological Features of Gastric Cancer in Mali. *Health sciences and disease*, **24**(11): 54-57. DOI: <https://doi.org/10.5281/hsd.v24i11.4940>.
- Steinborn M, Tiling R, Heuck A, Brügel M, Stäbler A, Reiser M. 2000. The diagnosis of Metastases in the Bone Marrow by MRT. *Der Radiologe*, **40**(9): 826-834. DOI: <https://doi.org/10.1007/s001170050830>.
- Vande Berg B, Malghem J, Lecouvet F, Maldague B. 2001. La Moelle Osseuse Normale: Aspects Dynamiques en Imagerie par Résonance Magnétique. *Journal de Radiologie : revue d'imagerie médicale, diagnostique et thérapeutique*, **82**(2): 127-135. DOI: <https://doi.org/PMID:11428207>.
- Voltin CA, Goergen H, Baues C, Fuchs M, Mettler J, Kreissl S, Oertl J. 2018. Value of Bone Marrow Biopsy in Hodgkin Lymphoma Patients Staged by FDG PET: Results from the German Hodgkin Study Group Trials HD16, HD17, and HD18. *Annals of Oncology: Official Journal of the European Society for Medical Oncology*, **29**(9): 1926-1931. DOI: <https://doi.org/10.1093/annonc/mdy250>.
- Zeidan A, Battiwalla M, Berlyne D, Winkler T. 2017. Aplastic Anemia and MDS International Foundation (AAMDSIF): Bone Marrow Failure Disease Scientific Symposium 2016. *Leukemia Research*, **53**(2): 8-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.leukres.2016.11.011>.