ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸ

ಮಿದುಳಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳು, ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ನೀವು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲಿರುವ ಅನೇಕ ವಿಕಾಸಾತ್ಮಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಪೂರ್ಣಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡ ಶಿಶುಗಳು ಜನಿಸುವ ಸಾಕಷ್ಟು ಮೊದಲೇ, ಅವುಗಳ ಮಿದುಳು ಮತ್ತು ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲವು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಸಂವೇದನೆ ಹಾಗೂ ಚಲನಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ನೆರವಾಗುವುದನ್ನು ಅಧ್ಯಾಯ 3ರಲ್ಲಿ (ಪುಟಗಳು. ೯೦-೯೨) ಗಮನಿಸಿದ್ದೀರಿ; ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಭ್ರೂಣವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಶಬ್ಧಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುತ್ತದೆಯಲ್ಲದೆ, ಸಹಜವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಮೂಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು, ಅವು ತಮ್ಮ ತಾಯಿಯ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಮತ್ತು ಸುತ್ತಲಿನ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದನ್ನು ಕಲಿಯಲು ಹಾಗೂ ಅತ್ಯಂತ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಭ್ರೂಣವು ತನ್ನ ಹೊಸ ಸನ್ನಿವೇಶಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಶಾರೀರಿಕವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸಲು ಸಾಲುವಷ್ಟಿವೆ.

ನವಜಾತ ಶಿಶುವಿನ ಮಿದುಳು ಹತ್ತು ಬಿಲಿಯನ್‌ಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಅಂದರೆ, ಜೀವಮಾನದಲ್ಲಿ ಅದು ಹೊಂದಿರಬಹುದಾದ ಬಹುತೇಕ ಎಲ್ಲ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ! ಆದಾಗ್ಯೂ, ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ನಾಲ್ಕು ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸುವ ನರಕೋಶಗಳನ್ನು [ಇವನ್ನು ನ್ಯೂರಾನ್ಸ್ (neurons) ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದ್ದಾರೆ] ಹಾಗೂ ಈ ನರಕೋಶಗಳು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವ ಮಿದುಳಿನ ರಚನೆಗಳನ್ನು ನಾವು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು.

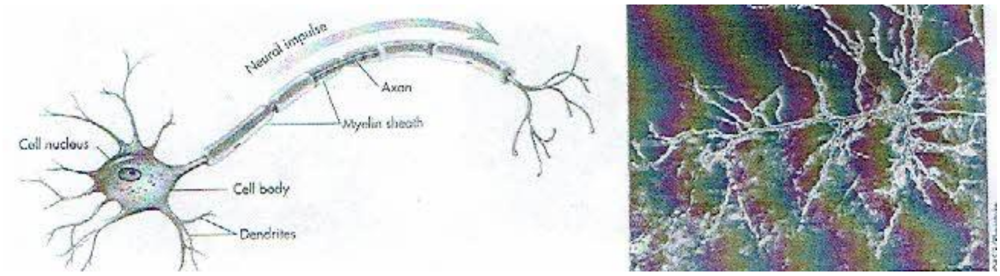
ನರಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು ನರಕೋಶಗಳ ಜಾಲಗಳು

ಅಪರಿಮಿತವಾದ ಸಂಕೀರ್ಣ ಸಂವಹನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ನರಕೋಶಗಳ ಜಾಲಗಳೇ ಮಿದುಳು. ನರಕೋಶವವು ಹೇಗೆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದರೊಂದಿಗೆ ಇದರ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯು ಆರಂಭಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನರಕೋಶವು (ನ್ಯೂರಾನ್) ತನ್ನ ಮೂಲಭೂತ ಸಂವಹನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

1. ಮಿದುಳಿನ ಇತರೆ ಜೀವಕೋಶಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಚಾಚಿಕೆಯಂತಿರುವ (branch), ಆಕ್ಸಾನ್‌ಗಳೊಂದಿಗೆ ಚಿಕ್ಕದಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂತಃಪ್ರಚೋದನೆಗಳ (impulse) ಮೂಲಕ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸುವುದು.

2. ಡೆಂಡ್ರೈಟ್‌ಗಳೆಂಬ (dendrites) ಚೂಪಾದ ಹೊರಚಾಚಿಕೆಗಳ (protrusions) ಮೂಲಕ ಇತರ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಆಕ್ಸಾನ್‌ಗಳಿಂದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು (ಚಿತ್ರ 4.3).

ಚಿತ್ರ 4.3



Cell nucleus – ಜೀವಕೋಶದ ಮಧ್ಯಭಾಗ

Cell body – ಜೀವಕೋಶದ ಅಂಗ

Dendrites – ಡೆಂಡ್ರೈಟ್ಸ್

Neural impulse – ನರದ ಸಂವೇದನೆ

Axon – ಆಕ್ಸಾನ್

Myelin sheath – ಮಯಿಲಿನ್ ಪದರ

ಚಿತ್ರ. 4.3: ನರಕೋಶವು, ತನ್ನ ಡೆಂಡ್ರೈಟ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಇತರೆ ನರಕೋಶಗಳಿಂದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಆಕ್ಸಾನ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಇತರೆ ನರಕೋಶಗಳಿಗೆ ಪೂರೈಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಹಿಮ್ಮಿದುಳಿನ (cerebellum) ನರಕೋಶವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ.

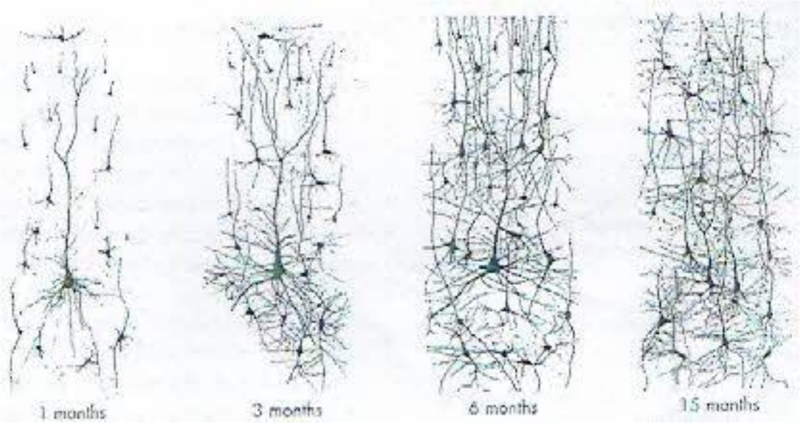
ರವಾನೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ನರಕೋಶಗಳ ಆಕ್ಸಾನ್ ಮತ್ತು ಡೆಂಡ್ರೈಟ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಖಾಲಿ ಜಾಗವಿದ್ದು, ಇದನ್ನು ನರಕೋಶ ಸಂಗಮ (synapse) ಎನ್ನುವರು. ಮಾಹಿತಿ ರವಾನೆಯ ನರಕೋಶದ ಆಕ್ಸಾನ್‌ನಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂತಃಪ್ರಚೋದನೆಯು ನರಕೋಶ ಸಂಗಮವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ, ರವಾನೆಯ ನರಕೋಶವು, ನ್ಯೂರೋಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಮಿಟರ್ (ನರಪ್ರೇಕ್ಷಕ) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ಸ್ರವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕವು ಅಂತಃಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ನರಕೋಶ ಸಂಗಮದಿಂದ ದಾಟಿಸಿ, ಗ್ರಾಹಕ ನರಕೋಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿವರ್ತನೆಯನ್ನು (reaction) ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ.

ರವಾನಿಸುವ ನರಕೋಶ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಹಕ ನರಕೋಶಗಳ ಜೋಡಣೆಯು ನರಕೋಶೀಯ (neuronal) ಜಾಲದ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳ ರೂಪವನ್ನು ಸೃಜಿಸುತ್ತದೆ. ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಡೆಂಡ್ರೈಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಆಕ್ಸಾನ್‌ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಣೆಯಾದಷ್ಟು, ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಕೀರ್ಣ ನರಕೋಶೀಯ ಜಾಲಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ವಿವಿಧ ಸ್ವರೂಪದ ಜೋಡಣೆ ಮತ್ತು ಕೋಟ್ಯಾಂತರ ನರಕೋಶಗಳಿರುವುದರಿಂದ ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ, ಅಸಂಖ್ಯಾತ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಸ್ವರೂಪಗಳ ಮಿದುಳಿನ ಚಟುವಟಿಕೆ ಹಾಗೂ ವರ್ತನೆಯು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ನರಕೋಶ ಮತ್ತು ನರಕೋಶೀಯ ಜಾಲಗಳ ಮೂಲ ಸಂರಚನೆಯು, ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಯ ವೇಳೆಗೆ ಸಂಭವಿಸುವ ಮಿದುಳಿನ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಾಗುವ ನಾಲ್ಕು ಪಟ್ಟು ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ಡೆಂಡ್ರೈಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸುವ ಆಕ್ಸಾನ್‌ಗಳ ಗಾತ್ರ ಹಾಗೂ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 4.4ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ 15 ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಈ ಹೆಚ್ಚಳದ

ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಅನೇಕ ಹೊಸ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಿನಾಪ್ಟೋಜೆನಿಸಿಸ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ; ಈ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರವಾಗಿ ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗುವುದು.

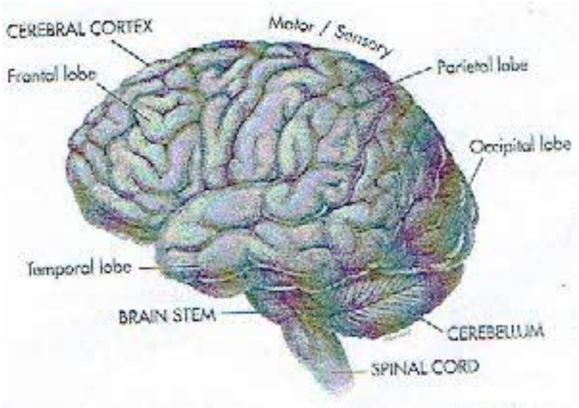
ಚಿತ್ರ.4.4



ಚಿತ್ರ.4.4: ಶಿಶು ಮಿದುಳಿನ ಅಂಗಾಂಶದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳ (microphotographs) ಈ ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳು, ಶಿಶುವು ಜನಿಸಿದ ಮೊದಲ 15 ತಿಂಗಳಲ್ಲಿನ ಮಿದುಳಿನ ನರಕೋಶಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹಾಗೂ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿನ ಉಲ್ಲೇಖನೀಯ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುತ್ತವೆ. ಮಿದುಳಿನ ಗಾತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಎರಡನೆಯ ಕಾರಣವೆಂದರೆ, ಶ್ವೇತ ಪದರದ (myelin) ಬೆಳವಣಿಗೆ. ಕೊಬ್ಬಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಕೋಶಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಈ ಪೊರೆಯು, ಕೆಲವು ನರಕೋಶಗಳ ಅವಾಹಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ನರಕೋಶದಿಂದ ಮುಂದಿನ ನರಕೋಶಕ್ಕೆ ಮಾಹಿತಿ ರವಾನೆಯನ್ನು ತ್ವರಿತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಶ್ವೇತಪದರವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಆಕ್ಸಾನ್‌ಗಳು ಪದರರಹಿತ ಆಕ್ಸಾನ್‌ಗಳಿಗಿಂತ 10ರಿಂದ 100 ಪಟ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಮಿದುಳಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳ ನಡುವೆ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಅಂತರ್ ಜೋಡಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂವಹನ, ಹೆಚ್ಚು ಸಂಕೀರ್ಣ ಸ್ವರೂಪದ ಆಲೋಚನೆ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ (Nelson, 2001) .

ಚಿತ್ರ 4.5

ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲದ ರಚನೆ



Cerebral Cortex – ಮಿದುಳು ಕವಚ

Frontal lobe – ಮುಂದಲೆ ಹಾಲೆ

Temporal lobe – ಕಪೋಲ ಹಾಲೆ

Brain stem - ಮಿದುಳು ಕಾಂಡ

Spinal cord – ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿ

Cerebellum - ಹಿಮ್ಮಿದುಳು

Occipital lobe – ಹಿಂದಲೆ ಹಾಲೆ

Parietal lobe – ಕಪಾಲ ಭಿತ್ತಿಯ ಹಾಲೆ

Motor/Sensory – ಸಂವೇದನಾವಾಹಕ

ಚಿತ್ರ 4.5: ಮಿದುಳು ಕವಚದ ಪ್ರಮುಖ ಹಾಲೆಗಳು ಅಥವ ವಿಭಾಗಗಳು (ಕೆಲವು ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸೀಮಿತಗೊಂಡ ವಲಯಗಳ ಸಹಿತ), ಮಿದುಳು ಕಾಂಡ, ಹಿಮ್ಮಿದುಳು ಮತ್ತು ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಮಿದುಳಿನ ಸ್ಥೂಲ ನೋಟ. (ಯಿಂದ: Tanner, 1978.)

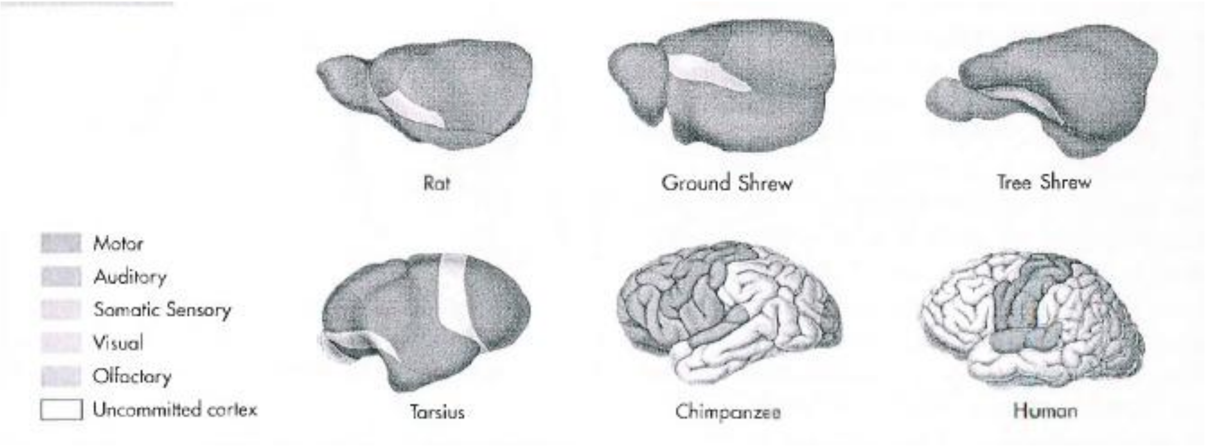
ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲದ ಸಂಯೋಜನೆಯು ನಮ್ಮ ಮನುಷ್ಯ ವರ್ಗದ ಅತ್ಯಂತ ಸಂಕೀರ್ಣ ವರ್ತನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿರುವುದರಿಂದ ವಿಕಾಸವಾದಿಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು, ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿ, ಮಿದುಳು ಕಾಂಡ ಮತ್ತು ಮಿದುಳು ಕವಚ ಎಂಬ ಮೂರು ಪ್ರಧಾನ ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸುವ ರೂಢಿಯಿದೆ. *ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯೆಂಬ* ಕೊಳವೆಯಾಕಾರದ ನರಗಳ ಸಮೂಹವು, ಮಿದುಳಿನ ಬುಡದಿಂದ ಸೊಂಟದ ಕೆಳಗಿನವರೆಗೆ ಇರುವ ಬೆನ್ನುಮೂಳೆಗಳಿಂದ ಆವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯಿಂದ ಕವಲೊಡೆದಿರುವ ಮಿದುಳಿನ ನರಗಳಿಗೆ ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯ ನರಗಳು ಮಿದುಳಿನಿಂದ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ (back & forth) ಕೊಂಡೊಯ್ದು, ದೇಹದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಲಯಗಳಿಗೆ ತಲುಪಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿನ ಕೆಲವು ನರಗಳು, ಚರ್ಮ ಮತ್ತು ದೇಹದ ಇತರ ಭಾಗಗಳು ಹಾಗೂ ಅಂಗಾಂಗಗಳಿಂದ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಮಿದುಳಿಗೆ ಒಯ್ಯುತ್ತವೆ; ಇನ್ನು ಕೆಲವು, ಮಿದುಳಿನಿಂದ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಒಯ್ದು, ಅಲ್ಲಿ ಮಾಂಸಖಂಡದ ಚಲನೆಯಂತಹ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಉಪಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ (initiate).

ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯ ಮೇಲಿನ ಭಾಗದಿಂದ (ಚಿತ್ರ 4.5) ಮಿದುಳಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಬುಡದಲ್ಲಿ *ಮಿದುಳು ಕಾಂಡವಿದೆ.* ಮಿದುಳು ಕಾಂಡವು, ಉಸಿರಾಟ ಮತ್ತು ನಿದ್ದೆಯಂತಹ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲದೆ, ರೆಪ್ಪೆಯ ಚಲನೆ, ಚೀಪುವಿಕೆಯಂತಹ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಪ್ರತಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನೂ ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು ಪ್ರಸವಪೂರ್ವ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ನಂತರದ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣದ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಲಕ್ಷಣವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಗುರ್ತಿಸಬಹುದು. ಜನನದ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ವಿಕಸಿತವಾಗಿರುವ ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲದ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯೂ ಒಂದು.

ಮಿದುಳು ಕವಚವು ಮಿದುಳಿನ ಬಾಹ್ಯತಮ (outermost) ಪದರವಾಗಿದ್ದು, ಹಲವಾರು ವಿನ್ಯಾಸಗಳ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷಾನುಭವಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ, ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ಚಾಲನಾ ಕ್ರಮಾಗತಿಗಳನ್ನು (sequences) ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುವ, ಯೋಜನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುವ, ತೀರ್ಮಾನಿಸುವ ಹಾಗೂ ಮಾತನಾಡುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅತ್ಯಂತ ಜಟಿಲವಾದ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿದೆ. ಮಿದುಳು ಕವಚವು ಎರಡು ಅರ್ಧಗೋಲಾಕಾರವಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿ ಅರ್ಧಗೋಲಾಕಾರವು ನಾಲ್ಕು ವಿಭಾಗಗಳನ್ನು ಅಥವ ಹಾಲೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಈ ಎಲ್ಲ ಹಾಲೆಗಳು ಆಳವಾದ ಬಿರುಕುಗಳಿಂದ (grooves) ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಂಡಿವೆ. ವಿಕಾಸದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಂದಲೆ ಹಾಲೆಗಳು (occipital lobes) ದೃಷ್ಟಿಗೆ, ಕಪೋಲ ಹಾಲೆಗಳು (temporal lobes) ಶ್ರವಣ ಮತ್ತು ವಾಕ್‌ಶಕ್ತಿಗೆ, ಕಪಾಲ ಭಿತ್ತಿಯ ಹಾಲೆಯು (parietal lobes) ಸ್ಥಳದ ಬಗೆಗಿನ ಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಮುಂದಲೆ ಹಾಲೆಗಳು (frontal lobes) ಹೊರಕವಚದ ಇನ್ನಿತರ ವಲಯದ (area) ನಿಯಂತ್ರಣ ಹಾಗೂ ಸಮನ್ವಯದಿಂದ ಸಂಕೀರ್ಣ ವರ್ತನೆ ಮತ್ತು ಆಲೋಚನೆಗಳನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಸಿದ್ಧಗೊಂಡಿವೆ.

ಈ ಕಾರ್ಯಗಳ ನಿಟ್ಟಿನ ಕವಚದ ವಲಯಗಳ ಪ್ರಾವೀಣ್ಯತೆಯ ಹೊರತಾಗಿಯೂ, ಅನೇಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ವಲಯಗಳ ನಡುವೆ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಮಾಣದ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಪ್ರಭಾವವನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಅದಲ್ಲದೇ, ಬೇರೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮಿದುಳು ಕವಚಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮಾನವನ ಮಿದುಳು ಕವಚವು ವಿಶಾಲವಾದ ಹರವುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಇವು ಬಾಹ್ಯ ಪ್ರೇರಣೆಯ ನೇರ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಹಿಕೆಯ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ "ಮೊದಲೇ ಸಜ್ಜುಗೊಂಡಿರುವುದಿಲ್ಲ" (ಚಿತ್ರ 4.6). ಈ ಅನಿರ್ಬಂಧಿತ ವಲಯಗಳು, ಶಿಶುಗಳು ಬೆಳೆದಂತೆಲ್ಲ ಅವುಗಳ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹಾಗೂ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಹೊಂದುವ ಮಿದುಳಿನ ಮಂಡಲಗಳನ್ನು (circuits) ವಿಕಾಸಗೊಳಿಸಲು ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅಧ್ಯಾಯ 1ರಲ್ಲಿ (ಪು. 13) *ಒಗ್ಗುವ ಗುಣ* (Plasticity) ಎಂದು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕೆಳಗೆ, ಒಗ್ಗುವ ಗುಣವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ವಿಸ್ತೃತವಾಗಿ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 4.6



Rat – ಇಲಿ Ground Shrew - ನೆಲದ ಮೂಗಿಲಿ Tree Shrew – ಮರದ ಇಲಿ

Tarsius - ಕಾಡುಪಾಪ Chimpanzee - ಚಿಂಪಾಂಜಿ Human - ಮಾನವ

1) Motor - ಸ್ನಾಯುಚಲನೆ

2) Auditory – ಶ್ರವಣ

3) Somatic Sensory – ದೈಹಿಕ ಸಂವೇದಕ

4) Visual - ದೃಷ್ಟಿಗೋಚರ

5) Olfactory – ಘ್ರಾಣ ಸಂಬಂಧಿ

6) Uncommitted cortex - ಅನಿರ್ಬಂಧಿತ ಕವಚ

ಚಿತ್ರ 4.6: ಈ ಆರು ಸಸ್ತನಿ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ, ವಿವಿಧ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಮೀಸಲಾಗಿರುವ ಮಿದುಳಿನ ಪುಂಜದ (mass) ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕ ಭಿನ್ನತೆಯಿದೆ. "ಬದ್ಧತೆಯಿಲ್ಲದ ಕವಚ"ವೆಂಬುದಾಗಿ ಹೆಸರಿಸಲಾದ ವಲಯಗಳು ಯಾವುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂವೇದನಾವಾಹಕ ಅಥವ ಚಾಲನಾ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಬದ್ಧವಾಗಿರದೆ, ಹಲವಾರು ರೀತಿಯ ಮಾಹಿತಿಯ ಏಕೀಕರಣಕ್ಕೆ ಉಪಲಬ್ಧವಿರುತ್ತವೆ. (ಮೂಲ: Fishbein, 1976.)

ಜನನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಮಿದುಳು ಕವಚದ ಆವರ್ತಿತ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ಮಿದುಳು ಕಾಂಡದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಪಕ್ವಗೊಂಡಿರುವುದಿಲ್ಲ (ಅಂದರೆ, ಅದು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಡೆಂಡ್ರೈಟ್ ಸಂಬಂಧಿತ ಕವಲುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಮಯಿಲಿನ್ ಶ್ವೇತಪದರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ) ಹಾಗೂ ಪರಿಸರದಿಂದ ಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ನರಮಂಡಲದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕೆಳಭಾಗದ ಅಂಗಾಂಗಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಸಂಪರ್ಕಗೊಂಡಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ, ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ಮಿದುಳು ಕಾಂಡವು ತಮ್ಮ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಪಕ್ವತೆಯಿಂದಾಗಿ, ಚಲನೆಯನ್ನು, ದೃಶ್ಯ ಪ್ರಚೋದನೆಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವುದನ್ನು ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಲಿಕೆಯ ರೀತಿಗಳನ್ನು ಕವಚದ ಪಾತ್ರವಿಲ್ಲದೆ (Woodruff-Pak, Logan, & Thomson, 1990) ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಮಿದುಳು ಕವಚಕ್ಕೆ ಮಿದುಳು ಕಾಂಡ ಹಾಗೂ ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸುವ ನರತಂತುಗಳು, ಮಯಿಲೀಕರಣಗೊಳ್ಳತೊಡಗಿದಂತೆ (myelinated), ಶಿಶುವಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು ವಿಕಸಿತವಾಗುತ್ತವೆ.

ಅನುಭವ ಮತ್ತು ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸ

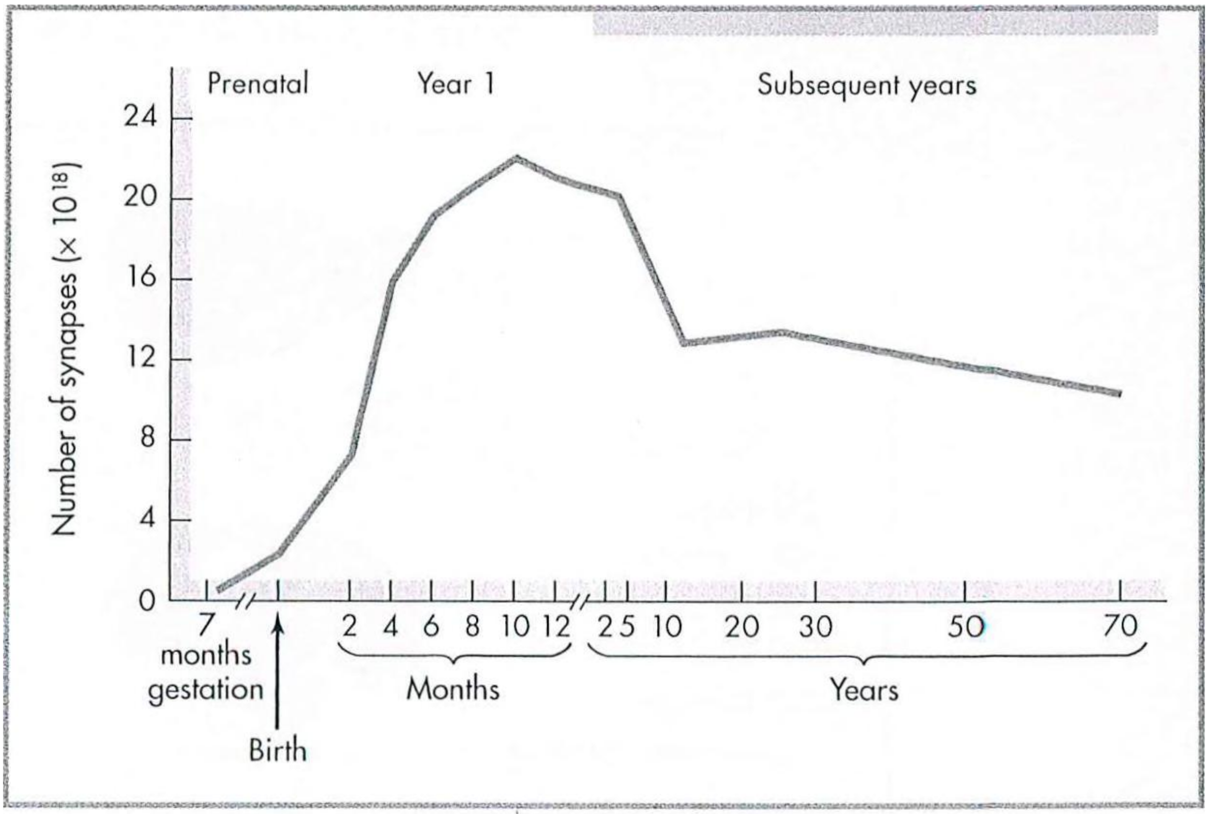
ಜೀವಿ ಹಾಗೂ ಪರಿಸರದ ನಡುವಿನ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ವಿಕಾಸವು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ವರ್ತನೆಯ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸುವಷ್ಟೇ ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಕಾಸವಾದಿಗಳು ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸವನ್ನು ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ವರ್ಗಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. -ಅವೆಂದರೆ, *ಅನುಭವ-ನಿರೀಕ್ಷಿತ* (experience-expectant) ಮತ್ತು ಅನುಭವ-ಅವಲಂಬಿತ (experience-dependent [Bruer & Greenough, 2001].

ಹೆಸರೇ ಸೂಚಿಸುವಂತೆ, ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸದ ಅನುಭವ-ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು, ಯಥಾಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ವಿಕಸನ ಹೊಂದುತ್ತಿರುವ ನಮ್ಮ ವರ್ಗದ [Greenough et al., 1987] ಎಲ್ಲ ಸದಸ್ಯರಲ್ಲಿನ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ದೃಶ್ಯಸಂಬಂಧಿ ಮಿದುಳು ಕವಚದ ವಿಕಾಸವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ಕೆಲವು ದೃಶ್ಯಾನುಭವಗಳಿಗೆ

ಅಂದರೆ, ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಕತ್ತಲೆಯ ನಡುವಿನ ವಿನ್ಯಾಸಗಳು ಹಾಗೂ ಅಂಚುಗಳ ಗುರುತಿಸುವಿಕೆಗೆ ಮಗುವನ್ನು ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ (ಪುಟ. 133ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಅದೇರೀತಿ, ಭಾಷೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಿದುಳಿನ ಭಾಗವು, ಮಗುವು ಭಾಷಾ ಕಲಿಕೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಿದ್ಧಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ವಿಕಸಿತವಾಗುತ್ತದೆ (ಅಧ್ಯಾಯ 7ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಮಾನವನ ಎಲ್ಲ ಪರಿಸರದಲ್ಲೂ ಬೆಳಕು, ನೆರಳಿನ ಅಂಚುಗಳೂ ಸೇರಿದಂತೆ ದೃಶ್ಯವಿನ್ಯಾಸವೂ ಹಾಸುಹೊಕ್ಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿತವಾಗಿ ಗುರ್ತಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದಹಾಗೆ, ಮಾನವನ ಸಕಲ ಪರಿಸರಗಳೂ ಭಾಷೆಯಿಂದ ಸಮೃದ್ಧವಾಗಿವೆ. ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸದ ಅನುಭವ-ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಪರಿಸರದ ಈ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳಿಗೆ ಶಿಶುಗಳು ತಮ್ಮನ್ನು ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಇರುವ ಸೌಕರ್ಯವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಸಂಬಂಧಿತ ಮೂಲಭೂತ ಮಾನವ ವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಹಾಗೂ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ತಮ್ಮದನ್ನಾಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಬಳಕೆಗೆ ಅನುವುಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಕುರುಡುಮಕ್ಕಳು ಅಥವ ಮನುಷ್ಯ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ತೀವ್ರವಾಗಿ ವಂಚಿತರಾಗಿರುವ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವಂತೆ, ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಅನುಭವಗಳು ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸದ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ, ಮಿದುಳಿನ ಎಂದಿನ ವಿಕಾಸವು ವಿಫಲಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ (Hubel & Weisel, 2004; Rutter, 2006).

ಮಿದುಳಿನ ನಿರೀಕ್ಷಿತ-ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮ್ ಜೋಡಿಗಳ ಸಂಯೋಜನದ ತ್ವರಿತ ವೃದ್ಧಿ ಹಾಗೂ ವಿಸರ್ಜನೆಯ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ವಿನ್ಯಾಸಗಳು ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ವಿಕಾಸದ ಹಲವಾರು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ, ಮಿದುಳಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಲ್ಲಿನ ನರಕೋಶಗಳ ಸಂಗಮದ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ (synapse) ವಿಸ್ಫೋಟಕ ಹೆಚ್ಚಳವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ನರಕೋಶಗಳ ನಡುವಿನ ವಿಫುಲ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಜೀವಿಗಳ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅನುಭವಗಳಿಗೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ನರಕೋಶಗಳ ಸಂಗಮವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಅಪರಿಮಿತ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮವು ವಿಕಾಸದ ವಿವಿಧ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮಿದುಳನ್ನು ಅನುಭವಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ವಿವಿಧ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಅಣಿಗೊಳಿಸುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ, “ಬಳಸು ಅಥವಾ ಬಿಸಾಕು” ಎಂಬಂತೆ, ಯಾವ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮಗಳ ಬಳಕೆ ಇಲ್ಲವೋ ಅವು ತಕ್ಕ ಪೋಷಣೆಯಿಲ್ಲದೇ ಕ್ಷಯಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ನರಕೋಶ ಸಂಗಮದ ಸಮರುವಿಕೆ (synaptic pruning) ಎನ್ನುವರು (Webb, Monk & Nelson, 2001). ಮೂರನೇ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿನ (ಪುಟಗಳು. 91-92) ಕೋಳಿಮರಿಯ ಭ್ರೂಣಗಳ ಚಲನೆಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಚರ್ಚೆಯಲ್ಲಿ, ಇದೇ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಗರ್ಭಧಾರಣೆಯ 28ನೇ ವಾರ ಹಾಗೂ ಜನನ ಕಾಲದ ನಡುವೆ ಮಿದುಳು ಕವಚದ ಶೇ. 70ರಷ್ಟು ನರಕೋಶದ ಭಾಗವು ಕ್ಷಯಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜಿಸಲಾಗಿದೆ. ನರಕೋಶ ಸಂಗಮಗಳ ಕ್ಷಯಿಸುವಿಕೆಯು ಶೈಶವ, ಮಧ್ಯ ಕಿಶೋರಾವಸ್ಥೆ ಹಾಗೂ ಕೌಮಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ತೀವ್ರವಾಗಿರುವುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ (Giedd et al., 1999) ಚಿತ್ರ. 4.7ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.

ಚಿತ್ರ. 4.7



Number of synapses - ನರಕೋಶ ಸಂಗಮಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ

Prenatal - ಪ್ರಸವಪೂರ್ವ

Year- ವರ್ಷ

Subsequent years - ನಂತರದ ವರ್ಷಗಳು

Months gestation - ಗರ್ಭಾವಧಿಯ ಮಾಸಗಳು

Births - ಜನನ

Months - ಮಾಸಗಳು

Years - ವರ್ಷಗಳು

ಚಿತ್ರ: 4.7: ವಯಸ್ಸಿನ ಕ್ರಿಯೆಯ ನಿಟ್ಟಿನ ಮಾನವನ ದೃಷ್ಟಿ ಕವಚದ ನರಕೋಶಗಳ ಸಂಗಮದ ಅಂಕಿ ಸಂಖ್ಯೆ.

ನರಕೋಶ ಸಂಗಮವು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಮೊದಲ ಕ್ಷಿಪ್ರ ಯತ್ನವು, ನರಕೋಶ ಸಂಗಮದ ಸಮರುವಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಒಂದನೇ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯುಚ್ಚ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಅಂಕಿ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸುಮಾರು 10ನೇ ವಯಸ್ಸಿನವರೆಗೂ

ಕುಂಠಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ, ಕಿಶೋರಾವಸ್ಥೆಯವರೆಗೂ ಈ ಅಂಕಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಸಮಸ್ತರಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. (Huttenlocher, 1994.)

ಅನುಭವ-ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, ಅನುಭವ ಅವಲಂಬಿತ ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸದಲ್ಲಿ ವರ್ಗಗಳ (species) ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಅನುಭವಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮಗಳು ಪೂರ್ವಯೋಜಿತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ (spedific) ವ್ಯಕ್ತಿಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅನುಭವಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನೀಡುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಜೀವಿಯು ನೂತನ ಹಾಗೂ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯ ಸೌಲಭ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಅನುಭವ-ಅವಲಂಬಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ವಿಕಸಿತಗೊಂಡಿದೆ. ಈ ಅನುಭವ ಅವಲಂಬಿತ ಮಿದುಳು ಮತ್ತು ಪರಿಸರಗಳ ಸಂಬಂಧದಿಂದ ಮಾನವನ ಅನುಭವಜನ್ಯ ಕಲಿಕೆಗೆ ಅವಕಾಶವಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಾರ್ಕ್ ರೋಸೆನ್ಜ್ವೈಗ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ನಡೆಸಿದ ಪಥಪ್ರದರ್ಶಕ (pioneering) ಅಧ್ಯಯನವು (Rosenzweig, 1984) ಅನುಭವ-ಅವಲಂಬಿತ ಮಿದುಳು ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ. ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಿದ ಇಲಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಸೂಳಿನಲ್ಲಿ (litter) ಜನಿಸಿದ ಚಿಕ್ಕ ಗಂಡು ಇಲಿಗಳನ್ನು ಮೂರು ಭಿನ್ನ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಲಾಯಿತು. ಮೊದಲ ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿನ ಇಲಿಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಆಹಾರ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ವಿತರಕಗಳೊಂದಿಗೆ (dispenser) ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸಿದ ಪ್ರಮಾಣಿತ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲಾ ಬೋನುಗಳಲ್ಲಿಡಲಾಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಮೂರನೇ ಗುಂಪಿನ ಇಲಿಗಳಿಗೆ ಸಮೃದ್ಧ ಪರಿಸರವನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಯಿತು. ಇವುಗಳನ್ನು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಬೋನಿನಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಾಗಿರಿಸಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಆಟಿಕೆಗಳನ್ನಿಟ್ಟು,ಈ ಆಟಿಕೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಬೆಳೆಯಲೆಂದು ಪ್ರತಿದಿನವೂ ಅವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇಲಿಗಳಿಗೆ ತೊಡಕಿನ ಹಾದಿಯ ಜಾಲಗಳಲ್ಲಿ (maze) ಓಡುವ ಔಪಚಾರಿಕ ತರಬೇತಿಯನ್ನು ಸಹ ನೀಡಲಾಯಿತು ಅಥವಾ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಆಟಿಕೆಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ ಬಯಲಿಗೆ ಬಿಡಲಾಯಿತು. ಕೆಲವು ವಾರಗಳಿಂದ ಮೊದಲ್ಗೊಂಡು, ಕೆಲವಾರು ತಿಂಗಳವರೆಗೂ ಸಾಗಿದ ವರ್ತನೆಯ ಚಿಕ್ಕ ಪರೀಕ್ಷೆ (test) ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮಿದುಳಿನ ವಿಧಿವತ್ತಾದ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನೊಳಗೊಂಡ (examination) ಪ್ರಯೋಗಾತ್ಮಕ ಅವಧಿಯ ಕೊನೆಗೆ, ಸಮೃದ್ಧ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ಇಲಿಗಳ ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸವು ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿತ್ತು ಎಂಬ ಅಂಶವು ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಉಳಿದೆರಡು ಗುಂಪಿನ ಇಲಿಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಮೂರನೇ ಗುಂಪಿನ ಇಲಿಗಳು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದ್ದೇನೆಂದರೆ:

- ಪ್ರಮಾಣಿತ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿಯೋಜಿಸಿದ, ತೊಡಕಿನ ಹಾದಿಯ ನಿಭಾವಣೆಯ ಕಲಿಕೆಯಂತಹ ಕಾರ್ಯಗಳ ಕಲಿಕಾ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿನ ಹೆಚ್ಚಳ.
- ಸಂವೇದನಾವಾಹಕ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಮನ್ವಯಿಸುವ ಮಿದುಳಿನ ಭಾಗವಾದ ಮಿದುಳು ಕವಚದ ಆದ್ಯಂತ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳ.
- ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಮಿದುಳಿನಲ್ಲಿನ ಕಿಣ್ವದ (acetylcholinesterase) ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳ
- ವಿಶಾಲವಾದ ನರಕೋಶಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೀವಕೋಶದ ಅಂಗಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ಲಯಕ್ಕೆ (glial) ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೀವಕೋಶಗಳು (ನರಕೋಶಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ರಕ್ಷಾಕವಚ, ಆಸರೆ ಮತ್ತು ಪೋಷಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಜೀವಕೋಶಗಳು)

•	ಅಧಿಕ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮದ ಸಂಪರ್ಕಗಳು

ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಇದೇ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಪುನರಾವರ್ತನೆಗೊಂಡು, ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳೇ ಮುಂದುವರಿದವು (ನೆಲ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಬ್ಲೂಮ್ 1997). 6ನೇ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ನೀವು ಗಮನಿಸುವಂತೆ; ಮಾನವ ಶಿಶುಗಳ ಪರಿಸರದ ಗುಣಮಟ್ಟವು ಅವುಗಳ ಮಿದುಳಿನ ವಿಕಾಸ ಹಾಗೂ ಉಳಿದ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿನ ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಹೇಗೆ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರಬಲ್ಲದು ಎಂಬುದರ ಬಗೆಗಿನ ಜ್ಞಾತ (known) ತಥ್ಯಗಳಿಗೆ ಇವು ಅನುರೂಪವಾಗಿದ್ದವು.

ಅನ್ವಯಿಸಿ - ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ - ಚರ್ಚಿಸಿ

ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಮಿದುಳು, ಸಮೃದ್ಧ ಪರಿಸರದಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಂಚಿತ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಕುಂಠಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆಂದು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿರುವ ಭಾಷೆ ಮತ್ತು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಸಮೃದ್ಧ ಅಥವ ವಂಚಿತ ಪರಿಸರ ಎಂಬುದರ ಅರ್ಥವೇನು? ವಿವರಿಸಿ.

1. ನ್ಯೂರಾನ್ (Neuron) - ನರಕೋಶ.

2. ಆಕ್ಸಾನ್ (axon)- ನರಕೋಶದ ಪ್ರಮುಖ ಚಾಚು (protruding). ಇದು, ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂತಃಪ್ರಚೋದನೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇತರೆ ಜೀವಕೋಗಳಿಗೆ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಒಯ್ಯುತ್ತದೆ.

3. ಡೆಂಡ್ರೈಟ್ (Dendritಎ)- ಇತರೆ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಆಕ್ಸಾನ್‌ನಿಂದ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವ ನರಕೋಶದ ಚಾಚಿಕೆಯ ಭಾಗ.

4. ನರಕೋಶ ಸಂಗಮ (Synapse) - ಆಕ್ಸಾನ್ ಹಾಗೂ ಡೆಂಡ್ರೈಟ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಚಿಕ್ಕ ಸಂದು.

5. ನರಪ್ರೇಕ್ಷಕ (Neurotransmitter) - ಸಂದೇಶವನ್ನು ರವಾನಿಸುವ ಜೀವಕೋಶವು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ಸ್ರವಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು, ಅಂತಃಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ನರಕೋಶ ಸಂಗಮದಿಂದ ದಾಟಿಸಿ, ಗ್ರಾಹಕ ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯತ್ತದೆ.

6. (Synaptogenesis) - ನರಕೋಶ ಸಂಗಮವು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ.

7. ಮಯಿಲಿನ್ (Myelin) - ನರಕೋಶಗಳ ಅವಾಹಕವಾಗಿರುವ ಕೊಬ್ಬಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಈ ಪೊರೆಯು, ಒಂದು ನರಕೋಶದಿಂದ ಮುಂದಿನ ನರಕೋಶಕ್ಕೆ ನರಗಳ ಅಂತಃಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ತ್ವರಿತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

8. ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿ (Spinal cord) - ಸೊಂಟದ ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಮಿದುಳಿನ ಬುಡದವರೆಗೆ ಮುಂದುವರಿದಿರುವ ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ.

9. ಮಿದುಳು ಕಾಂಡ (Brain Stem) - ಮಿದುಳಿನ ಬುಡದಲ್ಲಿ ಮಿದುಳು ಕಾಂಡವಿದೆ. ಉಸಿರಾಟ ಮತ್ತು ನಿದ್ದೆಯಂತಹ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲದೆ, ರೆಪ್ಪೆಯ ಚಲನೆ, ಚೀಪುವಿಕೆಯಂತಹ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಪ್ರತಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನೂ ಇದು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ.

10.ಮಿದುಳಿನ ಕವಚ: (Cerebral Cortex) ಮಿದುಳು ಕವಚವು, ಮಿದುಳಿನ ಬಾಹ್ಯತಮ (outermost) ಪದರವಾಗಿದೆ. ಮಿದುಳು ಕವಚದ ನರಕೋಶಗಳ ಜಾಲವು ವಿವಿಧ ಸಂವೇದನಾವಾಹಕ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಹಿಂದಿನ

ಅನುಭವಗಳ ನೆನಪುಗಳೊಂದಿಗೆ ಏಕೀಕರಿಸಿ, ಮಾನವನ ಆಲೋಚನೆ ಹಾಗೂ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಫಲಿತಗೊಳ್ಳುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅವನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸುತ್ತದೆ.

11. ಅನುಭವ-ನಿರೀಕ್ಷಿತ (Experience expectant) - ಯಾವುದೇ ಸಾಮಾನ್ಯ/ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಆನುವಂಶಿಕ ನಿಯಂತ್ರಣದಲ್ಲಿನ ನರವ್ಯೂಹದ ಸಂಪರ್ಕಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ.

12. ವಿಪುಲ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮ (Exuberant synoptogenesis) - ನರಕೋಶ ಸಂಗಮದ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ತೀವ್ರವಾಗಿ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹೊಂದಿ, ಮಿದುಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಕ ಅನುಭವಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿಗೆ ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

13. ನರಕೋಶ ಸಂಗಮದ ಸಮರುವಿಕೆ (Synaptic pruning) - ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಲ್ಲದ ನರಕೋಶ ಸಂಗಮಗಳ ಕ್ಷೀಣಿಸುವಿಕೆ.

14. ಅನುಭವ-ಅವಲಂಬಿತ (Experience-dependent) - ಅನುಭವಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಉಪಕ್ರಮಿಸುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ನರಸಂಬಂಧಿತ ಸಂಪರ್ಕಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ.