



## **Asuhan Keperawatan Sistem Saraf pada Ny.Y dengan Diagnosa Medis Post Craniotomy: ICH+Pneumonia di ICU Rumah Sakit Royal Prima Medan**

**Yantriani Talunohi<sup>1\*</sup>, Sami E. Tamba<sup>2</sup>, Sofia A. Simanullang<sup>3</sup>, Lidya Afriani Br Berutu<sup>4</sup>, Gifanny Zega<sup>5</sup>, Afeus Halawa<sup>6</sup>**

<sup>1-6</sup> Universitas Prima Indonesia, Indonesia  
email: [yantrianitalunohi@gmail.com](mailto:yantrianitalunohi@gmail.com)<sup>1</sup>

### **Article Info :**

Received:  
25-04-2026  
Revised:  
10-05-2026  
Accepted:  
24-05-2026

### **Abstract**

*This study aims to describe the implementation of neurological nursing care for patient Mrs. Y, who was diagnosed with post-craniotomy: intracerebral hemorrhage (ICH) complicated by pneumonia, in the ICU at Royal Prima Hospital in Medan in 2026. The research method used an empirical approach with a descriptive case study design through clinical observation, physical examination, family interviews, and documentation of the patient's medical records during the intensive care period. The assessment results indicated that the patient experienced decreased consciousness, impaired oxygenation, increased secretion production, hyperthermia, and hemodynamic instability, leading to the nursing diagnoses of ineffective airway clearance, ineffective cerebral tissue perfusion, and hyperthermia. Nursing interventions were implemented through neurological monitoring, head-up positioning, suctioning, oxygen therapy, infection prevention, and gradual passive mobilization. Evaluation showed an increase in the Glasgow Coma Scale score, improved oxygen saturation, a decrease in body temperature, and reduced respiratory secretion production. Systematic and collaborative nursing care contributed to the stabilization of the patient's neurological and respiratory conditions during ICU care.*

**Keywords:** Nursing Care, Craniotomy, Intracerebral Hemorrhage, Pneumonia, ICU.

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan menggambarkan penerapan asuhan keperawatan sistem saraf pada pasien Ny. Y dengan diagnosa medis *Post Craniotomy: Intracerebral Hemorrhage (ICH)* disertai pneumonia di ruang ICU Rumah Sakit Royal Prima Medan tahun 2026. Metode penelitian menggunakan pendekatan empiris dengan desain studi kasus deskriptif melalui observasi klinis, pemeriksaan fisik, wawancara keluarga, serta dokumentasi rekam medis pasien selama masa perawatan intensif. Hasil pengkajian menunjukkan pasien mengalami penurunan kesadaran, gangguan oksigenasi, peningkatan produksi sekret, hipertermia, dan ketidakstabilan hemodinamik yang mengarah pada diagnosis keperawatan bersihan jalan napas tidak efektif, perfusi jaringan serebral tidak efektif, dan hipertermia. Implementasi keperawatan dilakukan melalui pemantauan neurologis, pengaturan posisi *head up*, tindakan suction, terapi oksigen, pencegahan infeksi, dan mobilisasi pasif secara bertahap. Evaluasi menunjukkan adanya peningkatan nilai Glasgow Coma Scale, peningkatan saturasi oksigen, penurunan suhu tubuh, serta berkurangnya produksi sekret respirasi. Asuhan keperawatan yang sistematis dan kolaboratif memberikan pengaruh terhadap stabilisasi kondisi neurologis dan respirasi pasien selama perawatan di ICU.

**Kata kunci:** Asuhan Keperawatan, Craniotomy, Intracerebral Hemorrhage, Pneumonia, ICU.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

## **PENDAHULUAN**

Perdarahan intraserebral atau *Intracerebral Hemorrhage (ICH)* merupakan salah satu jenis stroke hemoragik yang ditandai oleh pecahnya pembuluh darah di dalam jaringan otak sehingga darah menyebar ke area parenkim serebral dan menimbulkan kerusakan neurologis yang progresif. Kondisi ini sering muncul secara mendadak dengan manifestasi berupa penurunan kesadaran, muntah, gangguan bicara, kelemahan anggota gerak, hingga gangguan pola napas yang mengancam keselamatan pasien sebagaimana dijelaskan oleh Chaudary (2019). Setiawan (2021) menjelaskan bahwa stroke hemoragik masih menjadi penyebab mortalitas dan disabilitas yang tinggi akibat peningkatan tekanan intrakranial dan gangguan perfusi serebral yang berlangsung cepat. Laporan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (2018) menunjukkan angka kejadian stroke di Indonesia terus mengalami peningkatan dan berkaitan erat dengan hipertensi, usia lanjut, serta pola hidup masyarakat yang kurang sehat. Kondisi

perdarahan otak yang berkembang tanpa penanganan cepat dapat menyebabkan kerusakan permanen pada jaringan saraf sehingga pasien membutuhkan perawatan intensif dan pemantauan neurologis secara ketat di ruang ICU.

Kraniotomi menjadi salah satu tindakan bedah yang sering dilakukan pada pasien ICH untuk mengurangi tekanan intrakranial dan mengeluarkan hematoma yang menekan jaringan otak. Lestari, Mohtar, dan Santoso (2026) menerangkan bahwa pasien post craniotomy memiliki risiko tinggi mengalami peningkatan tekanan intrakranial, gangguan perfusi serebral, serta ketidakstabilan hemodinamik selama masa perawatan intensif. Faizah, Nurjayanti, dan Karunia (2025) menyebutkan bahwa intervensi keperawatan seperti pengaturan posisi semi fowler dan tindakan suction sangat penting dalam menjaga patensi jalan napas serta mencegah hipoksia pada pasien pasca operasi kraniotomi. Intan dan Kristiyawati (2025) juga menegaskan bahwa elevasi kepala 30 derajat mampu membantu menurunkan kapasitas adaptif intrakranial sehingga dapat mengurangi risiko komplikasi neurologis lanjutan. Keadaan neurologis yang tidak stabil sering membuat pasien mengalami penurunan refleks batuk dan ketergantungan terhadap ventilator mekanik sehingga risiko infeksi paru menjadi lebih besar selama masa pemulihan di ICU.

Pneumonia merupakan infeksi akut pada jaringan paru yang menyerang alveoli dan menyebabkan gangguan pertukaran oksigen di dalam tubuh. Valentino, Endriani, dan Ameini (2021) menjelaskan bahwa pneumonia banyak ditemukan pada pasien pasca kraniotomi akibat penggunaan ventilator, penurunan kesadaran, retensi sekret, serta imobilisasi berkepanjangan selama perawatan intensif. Kondisi infeksi paru pada pasien neurologis kritis dapat memperburuk status oksigenasi dan mempercepat penurunan kondisi umum pasien akibat ketidakseimbangan ventilasi-perfusi. Apriawan, Armando, dan Kamaruddin (2025) menemukan bahwa pneumonia menjadi salah satu faktor yang meningkatkan angka mortalitas pada pasien cedera otak berat karena terjadinya hipoksia dan inflamasi sistemik yang berkepanjangan. Gangguan respirasi yang tidak tertangani secara optimal dapat menyebabkan pasien mengalami gagal napas, ketergantungan ventilator lebih lama, hingga peningkatan risiko kematian di ruang perawatan intensif.

Data pasien di RSUD Royal Prima Medan tahun 2022 menunjukkan terdapat 232 kasus post craniotomy ICH yang dirawat di ruang ICU dan menempati urutan kedua dari sepuluh penyakit terbanyak setelah post laparotomi. Data tersebut juga memperlihatkan angka kejadian pneumonia sebanyak 170 kasus yang menjadi salah satu komplikasi dominan pada pasien kritis selama perawatan intensif. Waruwu et al. (2019) menjelaskan bahwa pasien kritis di ruang ICU membutuhkan pemantauan berkelanjutan karena perubahan kondisi fisiologis dapat terjadi secara cepat dan berdampak langsung terhadap prognosis pasien. Tingginya angka pasien post craniotomy dan pneumonia menunjukkan bahwa gangguan neurologis dan respirasi masih menjadi masalah kesehatan serius yang memerlukan perhatian khusus dalam praktik keperawatan kritis. Keberadaan ventilator, penggunaan sedasi, serta penurunan mobilitas pada pasien post operasi otak menjadi faktor yang memperbesar risiko terjadinya infeksi paru dan gangguan oksigenasi selama masa perawatan.

Masalah oksigenasi menjadi fokus utama dalam penatalaksanaan pasien post craniotomy dengan komplikasi pneumonia karena otak sangat sensitif terhadap penurunan suplai oksigen. Jember (2023) menjelaskan bahwa penerapan elevasi *head of bed* pada pasien ICU dapat membantu menurunkan risiko *Ventilator Associated Pneumonia* dan memperbaiki fungsi ventilasi pasien. Gangguan pertukaran gas yang berlangsung terus-menerus dapat menyebabkan penurunan saturasi oksigen sehingga perfusi jaringan otak semakin terganggu dan memperburuk kondisi neurologis pasien. Kondisi hipoksia yang berkepanjangan juga dapat meningkatkan risiko edema serebri, peningkatan tekanan intrakranial, serta penurunan kesadaran pada pasien ICH. Keadaan tersebut menuntut tenaga kesehatan, khususnya perawat, untuk melakukan observasi ketat terhadap status respirasi dan neurologis pasien secara berkesinambungan selama perawatan di ICU.

Peran perawat pada pasien post craniotomy dengan komplikasi pneumonia mencakup pengkajian menyeluruh, penegakan diagnosis keperawatan, penyusunan intervensi, implementasi tindakan, serta evaluasi hasil asuhan keperawatan. Standar Diagnosis Keperawatan Indonesia yang diterbitkan oleh PPNI (2016) menjelaskan bahwa pasien dengan gangguan neurologis dan respirasi sering mengalami masalah keperawatan berupa bersihan jalan napas tidak efektif, pola napas tidak efektif, risiko perfusi serebral tidak efektif, serta gangguan mobilitas fisik. PPNI (2018) menekankan pentingnya intervensi keperawatan berbasis pemantauan neurologis, manajemen jalan napas, dan pencegahan komplikasi infeksi selama masa perawatan intensif. PPNI (2019) juga menjelaskan bahwa keberhasilan asuhan

keperawatan dapat diukur melalui peningkatan status oksigenasi, stabilitas hemodinamik, dan perbaikan tingkat kesadaran pasien. Pelaksanaan asuhan keperawatan yang sistematis dan berkesinambungan menjadi bagian penting dalam meningkatkan kualitas hidup serta mempercepat proses pemulihan pasien post operasi kraniotomi di ruang ICU.

Kondisi pasien dengan ICH dan pneumonia sering menunjukkan perubahan fisiologis yang kompleks sehingga membutuhkan tindakan kolaboratif antara tenaga medis dan tenaga keperawatan. Gangguan sistem saraf yang disertai infeksi paru dapat menyebabkan pasien mengalami penurunan kemampuan mempertahankan ventilasi spontan dan peningkatan produksi sekret pada saluran napas. Keadaan tersebut sering memunculkan masalah keperawatan berupa gangguan oksigenasi, ketidakefektifan bersihan jalan napas, hingga penurunan perfusi jaringan serebral yang memerlukan penanganan cepat dan tepat. Pemantauan status neurologis, pengaturan posisi, terapi oksigen, tindakan suction, serta pengendalian infeksi menjadi bagian penting dalam perawatan pasien kritis dengan komplikasi neurologis dan respirasi. Ketepatan pelaksanaan asuhan keperawatan sangat mempengaruhi perkembangan kondisi pasien selama menjalani perawatan intensif di ICU.

Ketertarikan penulis terhadap kasus post craniotomy dengan komplikasi pneumonia didasarkan pada tingginya angka kejadian pasien neurologis kritis yang membutuhkan asuhan keperawatan komprehensif dan berkesinambungan di ruang ICU. Pengalaman klinis menunjukkan bahwa pasien dengan gangguan sistem saraf dan gangguan respirasi memiliki risiko komplikasi yang tinggi apabila tidak mendapatkan pemantauan serta intervensi secara optimal. Gambaran kasus pada Ny. Y di RSU Royal Prima Medan memberikan kesempatan untuk memahami penerapan proses keperawatan secara nyata mulai dari pengkajian hingga evaluasi pada pasien dengan kondisi kritis. Penyusunan karya ilmiah akhir ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai pelaksanaan asuhan keperawatan sistem saraf pada pasien post craniotomy dengan diagnosa medis ICH disertai pneumonia selama menjalani perawatan intensif. Pemaparan kasus ini juga diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran dalam meningkatkan mutu pelayanan keperawatan kritis terhadap pasien dengan gangguan neurologis dan respirasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan empiris dengan desain studi kasus deskriptif pada pasien Ny. Y dengan diagnosa medis *Post Craniotomy: Intracerebral Hemorrhage (ICH) + Pneumonia* yang menjalani perawatan di ruang ICU Rumah Sakit Royal Prima Medan tahun 2026. Partisipan penelitian ditentukan secara purposive dengan kriteria inklusi berupa pasien post operasi kraniotomi akibat ICH yang mengalami komplikasi pneumonia, dirawat di ruang intensif, serta memiliki data medis dan keperawatan yang lengkap selama masa perawatan. Kriteria eksklusi meliputi pasien dengan kondisi terminal yang tidak memungkinkan dilakukan observasi keperawatan secara berkelanjutan serta pasien dengan rekam medis yang tidak lengkap. Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan keluarga pasien, observasi langsung terhadap kondisi klinis pasien, pemeriksaan fisik, studi dokumentasi rekam medis, serta pemantauan perkembangan pasien berdasarkan catatan asuhan keperawatan di ruang ICU. Fokus pengumpulan data diarahkan pada status neurologis, status respirasi, respon hemodinamik, tindakan keperawatan yang diberikan, serta perkembangan kondisi pasien selama masa perawatan intensif.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi format pengkajian keperawatan, lembar observasi tanda-tanda vital, dokumentasi rekam medis pasien, serta pedoman asuhan keperawatan berdasarkan Standar Diagnosis Keperawatan Indonesia (SDKI), Standar Intervensi Keperawatan Indonesia (SIKI), dan Standar Luaran Keperawatan Indonesia (SLKI). Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan proses keperawatan yang mencakup pengkajian, penetapan diagnosis keperawatan, penyusunan intervensi, implementasi tindakan, dan evaluasi hasil keperawatan berdasarkan respon pasien selama perawatan. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk narasi klinis untuk menggambarkan penerapan asuhan keperawatan sistem saraf pada pasien post craniotomy dengan komplikasi pneumonia secara komprehensif. Penelitian ini tetap memperhatikan prinsip etik penelitian kesehatan berupa menjaga kerahasiaan identitas pasien, menghormati privasi pasien dan keluarga, serta menggunakan data hanya untuk kepentingan ilmiah dan akademik. Pelaksanaan penelitian juga dilakukan setelah memperoleh izin dari institusi pendidikan dan pihak Rumah Sakit Royal Prima Medan sesuai ketentuan etik pelayanan kesehatan yang berlaku.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengkajian Keperawatan dan Identifikasi Gangguan Neurologis pada Pasien Post Craniotomy ICH + Pneumonia

Pasien Ny. Y dirawat di ruang ICU RSUD Royal Prima Medan dengan diagnosis medis *Post Craniotomy* akibat *Intracerebral Hemorrhage* (ICH) disertai pneumonia setelah mengalami penurunan kesadaran mendadak dan kelemahan ekstremitas sebelah kanan. Hasil observasi awal menunjukkan pasien berada dalam kondisi terpasang ventilator mekanik dengan tingkat kesadaran menurun dan nilai Glasgow Coma Scale (GCS) sebesar E3VtM4. Setiawan (2021) menjelaskan bahwa pasien stroke hemoragik umumnya mengalami peningkatan tekanan intrakranial akibat perdarahan serebral yang memicu gangguan neurologis progresif. Manifestasi klinis berupa perubahan status kesadaran pada Ny. Y menunjukkan adanya gangguan perfusi jaringan serebral yang membutuhkan pemantauan ketat selama perawatan intensif.

Hasil pemeriksaan neurologis memperlihatkan refleks pupil anisokor dengan respon cahaya yang lambat pada pupil kiri serta kekuatan otot ekstremitas menurun pada bagian kanan tubuh. Chaudary (2019) menyatakan bahwa perdarahan intraserebral dapat menyebabkan kerusakan jaringan otak akibat kompresi hematoma dan edema serebri yang berkembang cepat pasca perdarahan. Kondisi tersebut terlihat pada pasien melalui perubahan refleks neurologis dan ketidakmampuan pasien mempertahankan fungsi motorik secara optimal selama masa observasi awal. Satriyanto dan Saleh (2012) menjelaskan bahwa gangguan neurologis pasca operasi kraniotomi sering berkaitan dengan peningkatan tekanan intrakranial yang memengaruhi stabilitas hemodinamik pasien di ruang intensif.

Hasil pengkajian respirasi menunjukkan pasien mengalami takipnea dengan frekuensi napas 30 kali per menit serta produksi sekret yang cukup banyak pada saluran pernapasan. Pemeriksaan auskultasi memperlihatkan adanya suara ronki basah di kedua lapang paru bagian bawah yang menandakan akumulasi sekret pada saluran respirasi. Valentino, Endriani, dan Ameini (2021) menjelaskan bahwa pneumonia pasca kraniotomi banyak dipengaruhi oleh penggunaan ventilator mekanik, penurunan refleks batuk, dan gangguan mobilisasi pasien selama perawatan di ICU. Keadaan respirasi pasien memperlihatkan adanya gangguan kebersihan jalan napas yang berhubungan dengan peningkatan produksi sekret akibat proses infeksi paru.

Data hasil observasi tanda vital selama tiga hari pertama perawatan menunjukkan adanya fluktuasi kondisi neurologis dan respirasi pada pasien. Nilai saturasi oksigen pasien sempat mengalami penurunan hingga 88% sebelum dilakukan tindakan suction dan pengaturan posisi semi fowler. Lestari, Mohtar, dan Santoso (2026) menyebutkan bahwa ketidakstabilan tekanan intrakranial dapat memperburuk fungsi respirasi akibat gangguan regulasi pusat pernapasan di otak. Kondisi pasien selama pemantauan awal dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Hasil Pemantauan Awal Pasien Ny. Y di ICU**

| Parameter Klinis | Hari Pertama | Hari Kedua  | Hari Ketiga |
|------------------|--------------|-------------|-------------|
| GCS              | E3VtM4       | E3VtM5      | E4VtM5      |
| Saturasi Oksigen | 88%          | 92%         | 95%         |
| Frekuensi Napas  | 30 x/menit   | 28 x/menit  | 24 x/menit  |
| Tekanan Darah    | 170/100 mmHg | 160/95 mmHg | 150/90 mmHg |
| Suhu Tubuh       | 38,5°C       | 37,9°C      | 37,4°C      |

Data pada tabel menunjukkan adanya peningkatan status oksigenasi dan kesadaran pasien setelah dilakukan intervensi keperawatan secara intensif selama masa observasi. Peningkatan suhu tubuh yang terjadi pada awal perawatan mengindikasikan adanya proses inflamasi akibat infeksi paru yang berkembang setelah tindakan operasi kraniotomi. Lindner et al. (2019) menjelaskan bahwa pasien ICH memiliki risiko tinggi mengalami komplikasi infeksi nosokomial akibat penurunan sistem imun dan penggunaan alat invasif selama perawatan ICU. Kondisi demam pada Ny. Y disertai peningkatan sekret respirasi memperlihatkan tanda terjadinya pneumonia yang berpotensi memperpanjang masa penggunaan ventilator mekanik. Murthy et al. (2016) menegaskan bahwa infeksi nosokomial pada

pasien perdarahan intraserebral berhubungan dengan peningkatan angka mortalitas dan penurunan luaran neurologis pasien.

Hasil pemeriksaan laboratorium memperlihatkan peningkatan jumlah leukosit hingga  $16.500/\text{mm}^3$  dan peningkatan kadar C-reactive protein yang mengarah pada proses infeksi sistemik. Roa'a et al. (2019) menjelaskan bahwa infeksi nosokomial pada pasien dengan perdarahan intrakranial sering dipicu oleh pemasangan ventilator dan lamanya masa rawat intensif di ICU. Temuan laboratorium pada pasien mendukung hasil pemeriksaan klinis yang menunjukkan adanya pneumonia sebagai komplikasi pasca tindakan operasi kraniotomi. Keadaan tersebut memperlihatkan bahwa kondisi neurologis dan respirasi pasien saling memengaruhi selama fase kritis perawatan intensif.

Pengkajian keperawatan berdasarkan SDKI menunjukkan pasien mengalami beberapa diagnosis utama berupa bersihan jalan napas tidak efektif, perfusi jaringan serebral tidak efektif, hipertermia, serta gangguan mobilitas fisik. PPNI (2016) menjelaskan bahwa diagnosis bersihan jalan napas tidak efektif ditandai oleh peningkatan produksi sekret, suara napas tambahan, dan ketidakmampuan pasien mempertahankan jalan napas secara mandiri. Gangguan perfusi serebral pada pasien ditunjukkan melalui penurunan kesadaran, perubahan refleks pupil, dan fluktuasi tekanan darah selama masa observasi. Identifikasi diagnosis secara tepat membantu perawat menentukan prioritas tindakan pada pasien kritis dengan komplikasi neurologis dan respirasi.

Penggunaan ventilator mekanik pada pasien selama fase akut memperlihatkan hubungan erat antara gangguan neurologis dengan ketergantungan alat bantu napas. Ho et al. (2024) menjelaskan bahwa pasien ICH pasca operasi memiliki risiko tinggi mengalami kegagalan ekstubasi akibat gangguan fungsi neurologis dan kelemahan otot pernapasan. Kondisi Ny. Y menunjukkan adanya peningkatan kemampuan respirasi secara bertahap setelah tindakan suction rutin dan pengaturan posisi kepala dilakukan secara konsisten. Dwi dan Hendrawan (2025) menyatakan bahwa pendekatan fisioterapi respirasi pada pasien post craniotomy mampu membantu mengurangi retensi sekret dan memperbaiki ventilasi paru selama perawatan intensif.

Pengkajian lingkungan ICU menunjukkan pasien mengalami gangguan pola tidur akibat suara alat monitor dan tindakan medis berulang selama masa perawatan. Waruwu et al. (2019) menjelaskan bahwa pasien kritis di ICU sering mengalami gangguan kualitas tidur yang berdampak pada proses pemulihan fisiologis dan psikologis pasien. Keadaan tersebut terlihat pada pasien melalui respons gelisah dan peningkatan frekuensi denyut nadi pada malam hari selama observasi. Gangguan tidur yang berlangsung terus-menerus dapat memperburuk kondisi neurologis dan meningkatkan kebutuhan oksigen pada pasien kritis.

Hasil pengkajian secara menyeluruh memperlihatkan bahwa kondisi pasien post craniotomy dengan komplikasi pneumonia memerlukan pemantauan multidimensional yang mencakup status neurologis, respirasi, hemodinamik, dan respon infeksi. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (2018) menjelaskan bahwa stroke hemoragik masih menjadi salah satu penyebab utama kematian dan kecacatan yang membutuhkan penanganan intensif di fasilitas kesehatan rujukan. Temuan pada Ny. Y memperlihatkan adanya hubungan antara gangguan perfusi serebral, penggunaan ventilator mekanik, dan munculnya komplikasi pneumonia selama masa perawatan ICU. Kondisi klinis tersebut menunjukkan pentingnya pengkajian keperawatan yang komprehensif sebagai dasar penentuan intervensi pada pasien neurologis kritis.

### **Implementasi Asuhan Keperawatan pada Pasien Post Craniotomy dengan Komplikasi Pneumonia**

Pelaksanaan asuhan keperawatan pada Ny. Y difokuskan pada stabilisasi status neurologis dan pemeliharaan fungsi respirasi selama perawatan intensif di ruang ICU. Intervensi awal dilakukan melalui pemantauan tanda vital, observasi tingkat kesadaran, serta evaluasi respon pupil secara berkala setiap dua jam. PPNI (2018) menjelaskan bahwa pasien dengan gangguan perfusi serebral membutuhkan observasi neurologis kontinu untuk mendeteksi perubahan kondisi secara dini. Tindakan pemantauan yang dilakukan pada pasien menunjukkan adanya perubahan bertahap pada status kesadaran setelah terapi medis dan keperawatan diberikan secara kolaboratif.

Pengaturan posisi kepala menjadi salah satu intervensi utama dalam menjaga stabilitas tekanan intrakranial dan memperbaiki ventilasi pasien. Posisi *head up* 30 derajat diterapkan secara konsisten selama pasien menjalani perawatan dengan tujuan meningkatkan aliran balik vena serebral dan mengurangi tekanan intrakranial. Intan dan Kristiyawati (2025) menjelaskan bahwa elevasi kepala pada

pasien neurologis mampu membantu meningkatkan kapasitas adaptif intrakranial serta mempertahankan perfusi jaringan otak. Kondisi pasien menunjukkan penurunan frekuensi takipnea dan peningkatan saturasi oksigen setelah penerapan posisi tersebut dilakukan secara kontinu selama observasi.

Intervensi respirasi dilakukan melalui tindakan suction steril untuk mengeluarkan sekret yang menumpuk pada jalan napas pasien selama penggunaan ventilator mekanik. Produksi sekret yang cukup banyak menyebabkan suara napas ronki masih terdengar pada awal masa perawatan sehingga tindakan suction dilakukan secara terjadwal sesuai indikasi klinis. Faizah, Nurjayanti, dan Karunia (2025) menjelaskan bahwa tindakan suction pada pasien post craniotomy dapat membantu mempertahankan patensi jalan napas dan mengurangi risiko hipoksia. Respon pasien setelah tindakan suction menunjukkan adanya peningkatan saturasi oksigen dan penurunan akumulasi sekret pada saluran respirasi.

Pelaksanaan intervensi keperawatan selama tiga hari pertama menunjukkan adanya perkembangan kondisi klinis yang cukup signifikan pada pasien. Hasil evaluasi harian memperlihatkan peningkatan nilai GCS serta penurunan suhu tubuh secara bertahap setelah tindakan keperawatan dilakukan secara intensif. PPNI (2019) menjelaskan bahwa indikator luaran pada pasien neurologis meliputi peningkatan status kesadaran, stabilitas respirasi, dan perbaikan perfusi jaringan serebral. Perubahan kondisi pasien selama implementasi asuhan keperawatan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Evaluasi Implementasi Keperawatan Pasien Ny. Y**

| Indikator Klinis      | Hari Pertama | Hari Kedua | Hari Ketiga  |
|-----------------------|--------------|------------|--------------|
| Saturasi Oksigen      | 88%          | 92%        | 95%          |
| GCS                   | E3VtM4       | E3VtM5     | E4VtM5       |
| Produksi Sekret       | Banyak       | Sedang     | Sedikit      |
| Suhu Tubuh            | 38,5°C       | 37,9°C     | 37,4°C       |
| Penggunaan Ventilator | Full Support | SIMV       | Weaning Awal |

Data pada tabel menunjukkan bahwa intervensi keperawatan yang diberikan mampu memperbaiki status respirasi dan neurologis pasien secara bertahap selama masa observasi di ICU. Pemberian terapi oksigen dan pemantauan ventilator dilakukan secara kolaboratif bersama tim medis untuk menjaga kestabilan ventilasi pasien. Ho et al. (2024) menjelaskan bahwa pasien ICH pasca operasi memiliki risiko tinggi mengalami kegagalan pelepasan ventilator akibat kelemahan neuromuskular dan gangguan refleksi proteksi jalan napas. Kondisi Ny. Y memperlihatkan kemampuan respirasi yang mulai membaik setelah produksi sekret menurun dan frekuensi napas menjadi lebih stabil pada hari ketiga perawatan. Pengurangan dukungan ventilator dilakukan secara bertahap sesuai perkembangan kemampuan ventilasi spontan pasien selama observasi.

Manajemen tekanan intrakranial dilakukan melalui pemantauan tekanan darah, pengaturan posisi kepala, serta observasi tanda peningkatan tekanan intrakranial seperti muntah dan perubahan refleksi pupil. Lestari, Mohtar, dan Santoso (2026) menjelaskan bahwa pengendalian tekanan intrakranial menjadi komponen penting dalam mencegah kerusakan neurologis sekunder pada pasien post craniotomy. Tekanan darah pasien yang awalnya mencapai 170/100 mmHg menunjukkan penurunan secara bertahap setelah pemberian terapi antihipertensi dan tindakan keperawatan suportif dilakukan secara terintegrasi. Kondisi tersebut memperlihatkan adanya hubungan antara stabilitas hemodinamik dan peningkatan perfusi serebral pada pasien neurologis kritis.

Tindakan pencegahan pneumonia dilakukan melalui perawatan oral hygiene, pengaturan posisi pasien, dan pemantauan kebersihan ventilator selama masa rawat intensif. Jember (2023) menjelaskan bahwa elevasi *head of bed* pada pasien ICU efektif membantu mencegah terjadinya *Ventilator Associated Pneumonia* akibat aspirasi sekret saluran napas. Kondisi pasien menunjukkan penurunan jumlah sekret dan perbaikan pola napas setelah intervensi pencegahan infeksi diterapkan secara konsisten oleh tim keperawatan. Xiang et al. (2024) menegaskan bahwa pengendalian faktor risiko pneumonia pasca kraniotomi berpengaruh terhadap keberhasilan pemulihan pasien di ruang intensif.

Pelaksanaan mobilisasi pasif dilakukan secara bertahap untuk mempertahankan fungsi muskuloskeletal dan mencegah komplikasi imobilisasi berkepanjangan. Dwi dan Hendrawan (2025) menjelaskan bahwa latihan fisioterapi pada pasien post craniotomy dapat membantu meningkatkan ventilasi paru dan mempertahankan fungsi neuromuskular selama masa pemulihan. Gerakan rentang sendi pasif dilakukan pada ekstremitas atas dan bawah dengan memperhatikan kondisi hemodinamik pasien selama tindakan berlangsung. Respon pasien terhadap mobilisasi menunjukkan peningkatan toleransi aktivitas dan berkurangnya kekakuan otot pada hari ketiga perawatan.

Pengendalian hipertermia dilakukan melalui kompres hangat, pemantauan suhu tubuh, serta pemberian terapi farmakologis sesuai instruksi medis. Alsumrain et al. (2013) menjelaskan bahwa pneumonia pada pasien perdarahan intraserebral dapat meningkatkan proses inflamasi sistemik yang berdampak terhadap perburukan kondisi neurologis pasien. Penurunan suhu tubuh pada Ny. Y menunjukkan respon positif terhadap tindakan pengendalian infeksi dan terapi antibiotik yang diberikan selama perawatan ICU. Stabilitas suhu tubuh memberikan pengaruh terhadap penurunan kebutuhan metabolik otak dan membantu mempertahankan perfusi serebral pasien.

Implementasi asuhan keperawatan pada pasien memperlihatkan bahwa pendekatan multidisiplin sangat dibutuhkan dalam penanganan pasien post craniotomy dengan komplikasi pneumonia. Divani et al. (2015) menjelaskan bahwa komplikasi pneumonia pada pasien ICH berkaitan erat dengan penggunaan ventilator, penurunan kesadaran, serta lamanya masa rawat intensif di ICU. Tindakan keperawatan yang terintegrasi dengan terapi medis memberikan dampak terhadap peningkatan status neurologis, respirasi, dan hemodinamik pasien selama masa observasi. Hasil implementasi tersebut memperlihatkan bahwa peran perawat sangat penting dalam mempertahankan stabilitas kondisi pasien neurologis kritis di ruang perawatan intensif.

### **Evaluasi Keperawatan dan Analisis Perkembangan Kondisi Pasien Post Craniotomy ICH + Pneumonia**

Evaluasi keperawatan pada Ny. Y dilakukan secara berkesinambungan untuk menilai perkembangan status neurologis, respirasi, dan hemodinamik selama masa perawatan intensif di ruang ICU. Hasil observasi menunjukkan adanya peningkatan tingkat kesadaran secara bertahap yang ditandai dengan peningkatan respons motorik dan kemampuan pasien mengikuti rangsangan sederhana. PPNI (2019) menjelaskan bahwa evaluasi luaran keperawatan pada pasien neurologis dilakukan melalui pemantauan kesadaran, stabilitas tanda vital, dan kemampuan mempertahankan fungsi respirasi secara adekuat. Perubahan klinis yang terjadi pada pasien memperlihatkan bahwa intervensi keperawatan dan terapi medis memberikan pengaruh terhadap proses pemulihan neurologis selama fase kritis.

Perkembangan status oksigenasi pasien menunjukkan peningkatan setelah tindakan manajemen jalan napas dilakukan secara rutin selama masa observasi. Saturasi oksigen pasien yang awalnya berada pada angka 88% meningkat menjadi 95% pada hari ketiga setelah tindakan suction, terapi oksigen, dan pengaturan posisi kepala dilakukan secara konsisten. Zhang et al. (2020) menjelaskan bahwa keberhasilan pengendalian pneumonia pasca kraniotomi berkaitan erat dengan efektivitas manajemen ventilasi dan kebersihan jalan napas selama perawatan intensif. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa intervensi respirasi yang tepat dapat membantu memperbaiki pertukaran gas serta menurunkan risiko hipoksia pada pasien post craniotomy.

Perubahan status neurologis pasien menunjukkan adanya peningkatan nilai Glasgow Coma Scale dari E3VtM4 menjadi E4VtM5 selama masa evaluasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perfusi jaringan serebral pasien mengalami perbaikan setelah tekanan darah dan status oksigenasi lebih stabil dibandingkan pada awal perawatan. Setiawan (2021) menjelaskan bahwa stabilisasi tekanan intrakranial dan kecukupan oksigen merupakan faktor penting dalam memperbaiki fungsi neurologis pasien stroke hemoragik. Kondisi klinis pasien menunjukkan hubungan yang erat antara kestabilan respirasi dengan peningkatan fungsi neurologis selama fase pemulihan di ICU.

Hasil evaluasi perkembangan pasien selama tiga hari observasi memperlihatkan adanya perubahan positif pada beberapa indikator klinis utama. Penurunan suhu tubuh dan jumlah sekret respirasi menunjukkan bahwa proses inflamasi paru mulai terkendali setelah terapi antibiotik dan intervensi keperawatan dilakukan secara kolaboratif. Pramono, Suryani, dan Prihartini (2021) menjelaskan bahwa pneumonia pasca kraniotomi dapat memperpanjang lama rawat ICU apabila pengendalian infeksi tidak dilakukan secara optimal sejak fase awal perawatan. Gambaran perkembangan kondisi pasien dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Evaluasi Perkembangan Klinis Pasien Ny. Y**

| <b>Indikator Evaluasi</b> | <b>Hari Pertama</b> | <b>Hari Kedua</b> | <b>Hari Ketiga</b> |
|---------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| GCS                       | E3VtM4              | E3VtM5            | E4VtM5             |
| Saturasi Oksigen          | 88%                 | 92%               | 95%                |
| Suhu Tubuh                | 38,5°C              | 37,9°C            | 37,4°C             |
| Produksi Sekret           | Banyak              | Sedang            | Sedikit            |
| Tekanan Darah             | 170/100 mmHg        | 160/95 mmHg       | 150/90 mmHg        |

Data tersebut menunjukkan bahwa pasien mengalami perbaikan kondisi neurologis dan respirasi secara bertahap selama implementasi asuhan keperawatan intensif di ruang ICU. Evaluasi terhadap diagnosis bersihan jalan napas tidak efektif menunjukkan adanya perbaikan setelah tindakan suction dan fisioterapi respirasi dilakukan secara berkala. Produksi sekret pasien mengalami penurunan dan suara ronki pada lapang paru mulai berkurang pada akhir masa observasi. Dwi dan Hendrawan (2025) menjelaskan bahwa fisioterapi respirasi pada pasien post craniotomy membantu meningkatkan mobilisasi sekret dan memperbaiki ventilasi alveolar selama fase pemulihan. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa intervensi respirasi yang dilakukan secara konsisten memberikan dampak terhadap peningkatan fungsi pernapasan pasien kritis.

Evaluasi diagnosis perfusi jaringan serebral tidak efektif menunjukkan adanya penurunan tanda peningkatan tekanan intrakranial selama masa observasi. Tekanan darah pasien mengalami penurunan bertahap dan refleks pupil menunjukkan respon yang lebih baik dibandingkan kondisi awal perawatan. Lestari, Mohtar, dan Santoso (2026) menjelaskan bahwa pengendalian tekanan intrakranial yang efektif berperan penting dalam meningkatkan kapasitas adaptif intrakranial pasien post craniotomy. Perbaikan status neurologis pada Ny. Y memperlihatkan bahwa stabilisasi hemodinamik dan respirasi memberikan pengaruh terhadap perfusi jaringan otak selama masa pemulihan.

Respon pasien terhadap tindakan pencegahan pneumonia memperlihatkan hasil yang cukup baik selama masa evaluasi keperawatan. Pengaturan posisi semi fowler dan elevasi kepala membantu menurunkan akumulasi sekret serta meningkatkan ekspansi paru pasien selama penggunaan ventilator mekanik. Jember (2023) menjelaskan bahwa posisi elevasi kepala efektif membantu mencegah *Ventilator Associated Pneumonia* pada pasien yang menjalani perawatan di ICU. Kondisi pasien menunjukkan penurunan frekuensi takipnea dan peningkatan toleransi terhadap proses *weaning ventilator* pada hari ketiga observasi.

Faktor risiko komplikasi infeksi pada pasien tetap menjadi perhatian utama selama masa evaluasi karena pasien masih menggunakan alat invasif dan berada dalam kondisi neurologis yang belum sepenuhnya stabil. Roa'a et al. (2019) menjelaskan bahwa penggunaan ventilator mekanik dan lama rawat ICU menjadi faktor utama terjadinya infeksi nosokomial pada pasien perdarahan intrakranial. Kondisi Ny. Y memperlihatkan bahwa pengendalian infeksi membutuhkan observasi ketat terhadap suhu tubuh, hasil laboratorium, serta kebersihan alat medis yang digunakan selama perawatan. Lindner et al. (2019) menambahkan bahwa deteksi dini komplikasi infeksi dapat membantu meningkatkan prognosis pasien neurologis kritis di ruang intensif.

Evaluasi kebutuhan psikologis pasien dan keluarga juga menjadi bagian penting dalam proses asuhan keperawatan selama masa perawatan kritis. Keluarga pasien menunjukkan kecemasan terhadap kondisi neurologis pasien yang belum stabil serta penggunaan ventilator dalam jangka waktu cukup lama. Waruwu et al. (2019) menjelaskan bahwa kondisi ICU dapat memengaruhi kenyamanan psikologis pasien dan keluarga akibat lingkungan intensif yang penuh dengan alat medis dan suara monitor. Dukungan emosional serta pemberian edukasi secara berkala membantu meningkatkan pemahaman keluarga terhadap kondisi pasien dan proses perawatan yang sedang dijalani.

Hasil evaluasi secara menyeluruh menunjukkan bahwa penerapan asuhan keperawatan sistem saraf pada pasien post craniotomy dengan komplikasi pneumonia memberikan dampak terhadap peningkatan kondisi neurologis dan respirasi pasien selama masa perawatan intensif. Murthy et al. (2016) menjelaskan bahwa keberhasilan penatalaksanaan pasien ICH sangat dipengaruhi oleh kemampuan tenaga kesehatan dalam mencegah komplikasi infeksi dan mempertahankan stabilitas

fisiologis pasien. Temuan pada Ny. Y memperlihatkan bahwa pengkajian komprehensif, implementasi keperawatan yang tepat, dan evaluasi berkelanjutan berperan penting dalam mendukung proses pemulihan pasien di ruang ICU. Pendekatan keperawatan yang terstruktur dan kolaboratif menjadi komponen penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan terhadap pasien neurologis kritis dengan komplikasi pneumonia.

## KESIMPULAN

Asuhan keperawatan pada Ny. Y dengan diagnosa medis *Post Craniotomy: Intracerebral Hemorrhage* (ICH) disertai pneumonia di ruang ICU RSUD Royal Prima Medan menunjukkan bahwa pengkajian komprehensif terhadap status neurologis, respirasi, dan hemodinamik sangat menentukan ketepatan penetapan diagnosis keperawatan serta keberhasilan intervensi yang diberikan selama masa perawatan intensif. Kondisi pasien pada awal observasi ditandai dengan penurunan kesadaran, gangguan oksigenasi, peningkatan produksi sekret, serta ketidakstabilan tekanan darah yang mengarah pada gangguan perfusi jaringan serebral dan bersihan jalan napas tidak efektif. Implementasi keperawatan melalui pemantauan neurologis, pengaturan posisi kepala, tindakan suction, terapi oksigen, pencegahan infeksi, serta mobilisasi pasif menunjukkan adanya peningkatan nilai Glasgow Coma Scale, perbaikan saturasi oksigen, penurunan suhu tubuh, dan berkurangnya produksi sekret respirasi selama evaluasi. Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa penerapan asuhan keperawatan yang sistematis, terstruktur, dan kolaboratif berperan penting dalam meningkatkan stabilitas fisiologis pasien serta mendukung proses pemulihan pasien post craniotomy dengan komplikasi pneumonia di ruang ICU.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alsumrain, M., Melillo, N., DeBari, V. A., Kirmani, J., Moussavi, M., Doraiswamy, V., ... & Miller, R. (2013). Predictors and outcomes of pneumonia in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage. *Journal of intensive care medicine*, 28(2), 118-123. <https://doi.org/10.1177/0885066612437512>.
- Apriawan, T., Armando, A. R., & Kamaruddin, M. F. (2025). Mortality Determinants in Severe Traumatic Brain Injury with Pneumonia: A Retrospective Study. *Indonesian Journal of Anesthesiology and Reanimation*, 7(2), 66-75. <https://doi.org/10.20473/ijar.V7I22025.66-75>.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (2018). *Laporan Provinsi Lampung Riskesdas. 2018/Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*. Jakarta: Lembaga Penerbit Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Chaudary, N. e. (2019). *Hemorrhagic Stroke*. <https://www.halodoc.com/kesehatan/stroke-hemoragik>
- Divani, A. A., Hevesi, M., Pulivarthi, S., Luo, X., Souslian, F., Suarez, J. I., & Bershah, E. M. (2015). Predictors of nosocomial pneumonia in intracerebral hemorrhage patients: a multi-center observational study. *Neurocritical care*, 22(2), 234-242. <https://doi.org/10.1007/s12028-014-0065-x>.
- Dwi, S., & Hendrawan, A. (2025). Physiotherapy Management for Pulmonary and Neuromuscular Disorders in Post-Craniotomy Patients: A Case Study. *Sains Indonesiana*, 3(4), 10-17.
- Faizah, N., Nurjayanti, I., & Karunia, L. (2025). Case Report: Semi Fowler Position And Suction In Post Craniotomy Patients. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 8(2), 32-39. <http://dx.doi.org/10.30633/jsm.v8i2.3229>.
- Ho, U. C., Hsieh, C. J., Lu, H. Y., Huang, A. P. H., & Kuo, L. T. (2024). Predictors of extubation failure and prolonged mechanical ventilation among patients with intracerebral hemorrhage after surgery. *Respiratory Research*, 25(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s12931-023-02638-5>.
- Intan, E. N., & Kristiyawati, S. P. (2025). Penerapan Head Up 30° terhadap Penurunan Kapasitas Adaptif Intrakranial pada Pasien dengan Hidrosefalus Post VP Shunting di RSUD Dr. Moewardi Surakarta. *Inovasi Kesehatan Global*, 2(3), 148-160. <https://doi.org/10.62383/ikg.v2i3.2204>.
- Jember, S. (2023). Penerapan Elevasi Head Of Bed 45 Derajat Pada Pasien Cerebrovascular Accident Untuk Pencegahan Ventilator Associated Pneumonia Di Ruang Icu Rsd Dr Soebandi Jember. *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing)*, 9(3). <https://doi.org/10.33023/jikep.v9i5.1671>.

- Lestari, L. R., Mohtar, M. S., & Santoso, B. R. (2026). Manajemen tekanan intrakranial terhadap peningkatan kapasitas adaptif intrakranial pasien Intracerebral Hemorrhage post-op craniotomy. *Health Sciences and Pharmacy Journal*, 10(1), 36-46.
- Lindner, A., Kofler, M., Rass, V., Ianosi, B., Gaasch, M., Schiefecker, A. J., ... & Helbok, R. (2019). Early predictors for infectious complications in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage and their impact on outcome. *Frontiers in neurology*, 10, 817. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00817>.
- Murthy, S. B., Moradiya, Y., Shah, J., Merkler, A. E., Mangat, H. S., Iadacola, C., ... & Ziai, W. C. (2016). Nosocomial infections and outcomes after intracerebral hemorrhage: a population-based study. *Neurocritical care*, 25(2), 178-184. <https://doi.org/10.1007/s12028-016-0282-6>.
- PPNI, T. P. (2016). *Standar Diagnosis Keperawatan Indonesia : Definisi dan Indikator Diagnostik : Edisi 1*. Jakarta: DPP PPNI.
- PPNI, T. P. (2018). *Standar Intervensi Keperawatan Indonesia*. Jakarta: DPP PPNI.
- PPNI, T. P. (2019). *Standar Luaran Keperawatan Indonesia*. Jakarta: DPP PPNI.
- Pramono, W. B., Suryani, S., & Prihartini, H. (2021). Profil Pasien Hospital-Acquired Pneumonia (HAP) Pasca Kraniotomi di ICU RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo. *Mandala Of Health*, 14(2), 99-110. <https://doi.org/10.20884/1.mandala.2021.14.2.5160>.
- Roa'a, W. J., Lahlouh, A. B., Alshogran, O. Y., Aldabbour, B. A., & Balusha, A. A. (2019). Nosocomial infections among patients with intracranial hemorrhage: a retrospective data analysis of predictors and outcomes. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 182, 158-166. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2019.05.016>.
- Satriyanto, M. D., & Saleh, S. C. (2012). Tatalaksana Anestesi Pada Pendarahan Intracerebral Spontan/Non Trauma (Anesthesia Management In Intra Cerebral Hemorrhage Spontaneous/non Traumatic). *Jurnal Neuroanestesia Indonesia*, 4(303), 1. <https://doi.org/10.24244/jni.vol4i1.102>.
- Setiawan, P. A. (2021). Diagnosis dan tatalaksana stroke hemoragik. *Jurnal Medika Hutama*, 3(01 Oktober), 1660-1665.
- Valentino, A., Endriani, R., & Ameini, F. (2021). Gambaran kejadian pneumonia pada pasien pasca kraniotomi di ruang rawat intensif RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau Periode Januari 2015 sampai Desember 2019. *J Ilmu Kedokt*, 14(2), 111. <https://doi.org/10.26891/JIK.v14i2.2020.111-120>.
- Waruwu, N. I., Ginting, C. N., Telaumbanua, D., Amazihono, D., & Laia, G. P. A. (2019). Pengaruh terapi musik suara alam terhadap kualitas tidur pasien kritis di ruang icu rsu royal prima medan tahun 2019. *Jurnal Ilmiah Keperawatan Imelda*, 5(2), 128-133. <https://doi.org/10.52943/jikeperawatan.v5i2.321>.
- Xiang, B., Yi, M., Li, C., Yin, H., Wang, S., & Liu, Y. (2024). The risk factors and prediction model for postoperative pneumonia after craniotomy. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 14, 1375298. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1375298>.
- Zhang, D., Zhuo, H., Yang, G., Huang, H., Li, C., Wang, X., ... & Zhang, Y. (2020). Postoperative pneumonia after craniotomy: incidence, risk factors and prediction with a nomogram. *Journal of Hospital Infection*, 105(2), 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.03.015>.