

TINJAUAN PUSTAKA

Patient Controlled Analgesia (PCA) Post Operation

Dedi Pujo Purnomo, *Mahmud, *Yusmein Uyun

Peserta Didik Program Pendidikan Dokter Spesialis Anestesiologi dan Terapi Intensif FK UGM/
RSUP Dr. Sardjito

*Konsultan Anestesiologi dan Terapi Intensif FK UGM/RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta

ABSTRACT

Postoperative pain control is an important component in the treatment of patients after surgery. Inadequate pain management associated with increased morbidity and mortality. Experience post-surgical pain, for some people may be the most painful experience pain during their life, especially if not handled professionally and intensively. Assessment and treatment of pain has become a priority in recent years, especially after the introduction of regulatory standards and survey patient satisfaction with pain management with patient satisfaction assessment methods. Use of Patient Controlled Analgesia (PCA) and accurately is an effective and efficient method for controlling severe acute pain, with a significant reduction in the risk of sedation and the potential to improve the management of pain in patients. PCA is a method of administration of analgesic drugs using intravenous pumps according to the needs of patients and governed solely by the patient, which aims to provide adequate analgesia and can optimize the administration of opioid analgesics and minimize the variability of pharmacokinetic and pharmacodynamic effect, without harmful drug side effect. PCA is the process whereby a patient can determine when and how much medication they received, or the term is more commonly used to describe a method for pain relief with the use of electronic infusion devices that allow patients to give themselves analgesic drugs, typically opioids intravenously as necessary.

Key Words: Pain, Patient Controlled Analgesia (PCA), Opioid

INTISARI

Pengendalian nyeri pasca bedah merupakan komponen yang penting dalam perawatan pasien setelah pembedahan. Manajemen nyeri yang tidak adekuat berhubungan dengan peningkatan morbiditas dan mortalitas. Pengalaman nyeri pasca bedah, bagi beberapa orang mungkin merupakan pengalaman nyeri yang paling menyakitkan selama hidupnya apalagi jika tidak ditangani secara profesional dan intensif. Penilaian dan pengobatan nyeri telah menjadi prioritas dalam beberapa tahun terakhir, khususnya setelah diperkenalkannya regulasi standard dan survey kepuasan pasien terhadap penanganan nyeri dengan metode penilaian kepuasan pasien. Penggunaan PCA secara tepat dan akurat adalah suatu metode yang efektif dan efisien untuk mengontrol nyeri akut yang berat, dengan penurunan resiko sedasi yang bermakna dan sangat potensial untuk meningkatkan manajemen nyeri pada pasien. PCA adalah suatu metode pemberian obat-obat analgesik dengan menggunakan pompa intravena sesuai dengan kebutuhan pasien dan diatur sendiri oleh pasien, yang bertujuan untuk memberikan analgesi yang adekuat dan dapat mengoptimalkan pemberian analgesi opioid dan meminimalkan efek variabilitas farmakokinetik dan farmakodinamik, tanpa menimbulkan efek samping obat yang membahayakan. PCA adalah proses dimana pasien dapat menentukan kapan dan berapa banyak obat yang mereka terima, atau istilah ini lebih umum digunakan untuk menggambarkan metode untuk menghilangkan nyeri dengan menggunakan peralatan infus elektronik yang memungkinkan pasien untuk memberikan sendiri obat analgesi, biasanya opioid intravena sesuai keperluan.

Kata Kunci: Nyeri, Patient Controlled Analgesia (PCA), Opioid

PENDAHULUAN

Pengendalian nyeri pasca bedah merupakan komponen yang penting dalam perawatan pasien setelah pembedahan. Manajemen nyeri yang tidak adekuat berhubungan dengan peningkatan morbiditas dan mortalitas. Pengalaman nyeri pasca bedah, bagi beberapa orang mungkin merupakan pengalaman nyeri yang paling menyakitkan selama hidupnya apalagi jika tidak ditangani secara profesional dan intensif. Pemahaman tentang patofisiologi dari nyeri pasca bedah adalah hal yang penting untuk manajemen terapisnya. Penilaian dan pengobatan nyeri telah menjadi prioritas dalam beberapa tahun terakhir, khususnya setelah diperkenalkannya regulasi standard dan survey kepuasan pasien terhadap penanganan nyeri dengan metode penilaian kepuasan pasien. Penggunaan PCA secara tepat dan akurat adalah suatu metode yang efektif dan efisien untuk mengontrol nyeri akut yang berat, dengan menurunkan resiko sedasi yang bermakna⁴.

Studi menunjukkan bahwa PCA merupakan teknik yang *cost-effective* dan memberikan analgesia yang lebih superior dengan tingkat kenyamanan yang sangat tinggi dengan jumlah total konsumsi obat lebih sedikit dibanding dengan injeksi intramuskuler. Disamping itu pasien dapat memberikan sendiri dan dapat mengatur analgesia menurut beratnya nyeri, sesuai aktivitas dan waktu yang berbeda-beda. Penggunaan PCA membutuhkan kerjasama dari pasien, sehingga pemakaiannya dihindari pada pasien yang sangat muda atau pasien dengan masalah kognitif².

Tujuan dari penulisan adalah untuk mengetahui dan memahami metode analgesia dengan PCA, obat-obatan yang digunakan serta efek samping yang dapat terjadi dan cara mengatasinya.

Menurut IASP nyeri didefinisikan sebagai pengalaman sensorial dan emosional yang tidak menyenangkan dan akibat adanya kerusakan jaringan yang nyata atau sedang berlangsung maupun yang berpotensi atau sesudah terjadinya kerusakan tersebut^{5,8}.

Nosisepsi menggambarkan mekanisme informasi nyeri yang akan diteruskan ke sistem saraf pusat. Bagaimana informasi ini akhirnya

dirasakan nyeri masih belum jelas⁵. Nosisepsi menggambarkan respon neural yang dibatasi oleh stimuli trauma atau noxious. Semua nosisepsi menimbulkan nyeri, tetapi tidak semua nyeri menimbulkan nosisepsi¹⁵. Pembagian secara klinik dibagi menjadi *nyeri akut* (berhubungan langsung dengan nosisepsi) dan *nyeri kronik*. Nyeri akut adalah nyeri dengan onset cepat dan mungkin mempunyai durasi terbatas. Hubungannya jelas antara waktu timbulnya nyeri dan kausa (trauma atau penyakit). Nyeri kronik adalah nyeri yang masih ada sesudah masa penyembuhan dari suatu trauma dan sering penyebabnya tidak dapat diidentifikasi³. Berdasarkan patofisiologi, nyeri juga dibagi menjadi nyeri *nosiseptif* dan *neuropatik*. Pembagian lainnya berdasarkan etiologi (nyeri kanker, nyeri pasca bedah) dan lokasi (*low back pain, headache*)¹².

Kemampuan sistem somatosensorik mendeteksi stimulus noxious dan potensi kerusakan jaringan (nosisepsi) adalah mekanisme proteksi penting yang melibatkan mekanisme perifer dan sentral yang saling berinteraksi. Berhubungan dengan efek sensorik nyeri, persepsi dan pengalaman terhadap nyeri bersifat multifaktorial dan dipengaruhi faktor psikologi dan lingkungan masing-masing individu¹.

Mekanisme nosiseptif yang mendahului persepsi mengandung serangkaian peristiwa sebagai berikut¹⁵:

- Transduksi: konversi stimulus mekanik menjadi energi listrik. Ini terjadi melalui beberapa tahap pada jalur nosiseptif:
 - o Stimulus nyeri menjadi peristiwa kimia jaringan.
 - o Peristiwa kimia di jaringan dan celah sinaptik menjadi peristiwa listrik di sel saraf selanjutnya terjadi peristiwa kimia pada sinaps.
- Transmisi: peristiwa listrik dijalarkan sepanjang jalur saraf, sementara molekul neurotransmitter menyampaikan informasi dari celah sinaps dari permukaan sel saraf yang satu ke sel berikutnya.
- Modulasi: Penyesuaian peristiwa melalui regulasi keatas (amplifikasi) dan ke

bawah (inhibisi). Modulasi dapat terjadi pada semua tingkatan jalur nosiseptif, mulai dari tingkat jaringan (melalui *first order neuron* dan cornu dorsalis) sampai susunan saraf yang lebih tinggi (*second order neuron*, thalamus, girus cingulatum, insula dan korteks sensorik).

- Persepsi: persepsi nyeri terjadi di thalamus bersama dengan korteks serebri untuk diskriminasi pengalaman sensorik tertentu.

Reseptor m opioid dan α_2 adrenergik diketahui terdistribusi di sekitar serabut saraf tak bermyelin (tipe C). Peran fisiologiknnya tidak jelas, tetapi pemberian agonis pada proses inflamasi menghasilkan efek analgesia²².

Definisi Patient Controlled Analgesia (PCA)

Patient Controlled Analgesia (PCA) adalah suatu metode pemberian obat-obat analgesik dengan menggunakan pompa intravena sesuai dengan kebutuhan pasien dan diatur sendiri oleh pasien, yang bertujuan untuk memberikan analgesik yang adekuat dan dapat mengoptimalkan pemberian analgesik opioid dan meminimalkan efek variabilitas farmakokinetik dan farmakodinamik, tanpa menimbulkan efek samping obat yang membahayakan²¹.

PCA adalah proses dimana pasien dapat menentukan kapan dan berapa banyak obat yang mereka terima, atau istilah ini lebih umum digunakan untuk menggambarkan metode untuk menghilangkan nyeri dengan menggunakan peralatan infus elektronik yang memungkinkan pasien untuk memberikan sendiri obat analgesik, biasanya opioid intravena sesuai keperluan. PCA lebih umum digambarkan sebagai suatu metode analgesia dengan memakai peralatan infus yang canggih dan pasien memberikan sendiri obat opioid, biasanya intravena atau subkutan. Setiap dosis bolus sudah ditentukan dan waktu atau berhentinya alat PCA untuk mencegah terlalu banyaknya analgesik yang diberikan dalam waktu yang singkat. Pasien adalah orang yang paling baik untuk menilai rasa nyerinya. Route intravena dipertimbangkan karena paling cepat dan

dipercaya untuk pemberian obat²².

Analgesi opioid tetap menjadi andalan untuk pengobatan nyeri sedang sampai nyeri berat pasca operasi. Untuk mencapai manfaat optimal analgesi, beberapa prinsip farmakokinetik harus diperhatikan, diantaranya (1) kadar plasma terapi yang memadai pada sistem saraf pusat (CNS) dan kadar yang cukup untuk aktivasi reseptor opiat. (2) Terapi konsentrasi untuk agonis opioid yang berbeda menunjukkan lebar variabilitas diantara pasien. (3) Untuk sebagian besar opioid, dosis terapi tersebut relatif sempit maka *underdosis* dan *overdosis* dapat dengan mudah terjadi. Mengingat variabel tersebut dan dalam upaya untuk mengoptimalkan manfaat analgesik, penggunaan IV PCA menawarkan pilihan administrasi secara titrasi²³.

Konsep IV PCA awalnya digambarkan oleh klinis anestesi, Phillip Sechzer tahun 1968. Phillip Sechzer berteori bahwa perilaku pasien mengendalikan analgesia mereka sendiri bisa terstruktur dalam mode analog dengan binatang mengakhiri stimulus yang menyakitkan dengan menekan sebuah bar. Sechzer berhipotesis bahwa pasien bisa menanggapi rasa sakit mereka dengan menekan "tombol aktivasi" analgesik sampai batas nyaman pribadi tercapai. Dalam merancang pemberian obat pompa otomatis, Sechzer percaya bahwa kriteria berikut yang penting untuk fungsi yang aman dan dapat diandalkan: (1) administrasi solusi analgesik steril konsentrasi diketahui, (2) pengiriman yang tepat, konsisten, dan dapat diulang dari dosis yang ditetapkan, dan (3) kemudahan standarisasi dan kalibrasi. Perangkat pertama IV PCA untuk memenuhi persyaratan ini adalah Holter dari modifikasi pompa roller, yang dievaluasi dalam lebih dari 118 kasus dan pada pasien bedah selama masa percobaan 2 tahun². Perangkat IV PCA prototipe termasuk Cardiff Palliator (Graseby Medis LTD, Inggris), On Demand Analgesia Komputer atau ODAC (Janssen Ilmiah Instrumen, Belgia), dan Prominiject (Pharmacia AB, Swedia).

Prinsip-prinsip farmakologi yang membentuk dasar untuk IV PCA telah ditetapkan oleh Austin et al pada tahun 1980, yang menggambarkan konsep

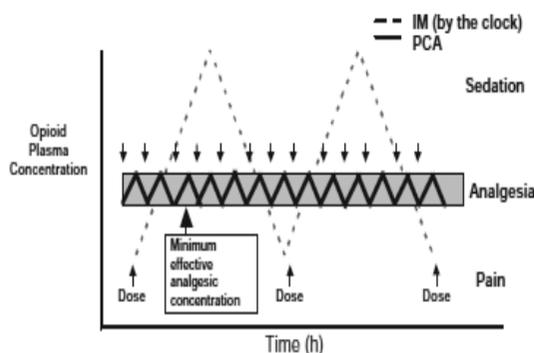
konsentrasi minimum analgesik yang efektif (MEAC). Setelah pemberian bolus opioid, diukur konsentrasi plasma, dinilai skor intensitas nyeri, dan kurva efek konsentrasi-terapi. Konsentrasi opioid paling rendah di mana nyeri menghilang adalah disebut konsentrasi analgesi minimum yang efektif⁷.



Gambar 1. Pasien dengan PCA (Benjamin, 2009)



Gambar 2. PCA by Proxy (Benjamin, 2009)



Gambar 3. Hubungan Antara Tingkat opioid Plasma, Dosis Interval, dan Respon klinis (Benjamin, 2009).

Dasar teoritis PCA adalah bahwa pasien akan mentitrasi opioid untuk mencapai konsentrasi plasma obat yang konsisten dengan analgesia yang baik dan minim efek samping. Semua opioid yang digunakan umumnya memiliki sifat kinetik dan dinamis yang membuat mereka cocok untuk digunakan dalam PCA. Tabel 2 merangkum variabel farmakokinetik untuk opioid yang digunakan di PCA⁷.

Tabel 2. Variabel farmakokinetik untuk analgesi opioid yang digunakan pada PCA⁷

	Volume of Distribution (L/kg)	Clearance (mL/min/kg)	Elimination Half-life (hr)
Alfentanil	0.8	6.0	1.6
Fentanyl	4.0	13.0	3.5
Hydromorphone	4.1	22.0	3.1
Meperidine	4.0	12.0	4.0
Morphine	3.5	15.0	3.0
Oxycodone	2.6	9.7	3.7
Tramadol	2.9	6.0	7.0

Tidak ada perbedaan besar dalam keberhasilan penggunaan opioid yang berbeda untuk PCA. Morfin yang paling biasa digunakan dalam PCA, tapi fentanil mungkin lebih disukai pada pasien dengan gangguan ginjal karena kurangnya aktif metabolit. Sebaliknya, meperidine mungkin sebaiknya dihindari karena potensi toksisitas normeperidine⁷.

Parameter Dosis

Beberapa istilah terkait dengan PCA adalah:

Loading Dose

Satu dosis bolus yang diberikan pada awal PCA yang biasanya lebih besar dari dosis PCA. Dosis awal yang dibutuhkan untuk membangun analgesia. Dosis pemuatan sangat bervariasi antara pasien tetapi tampaknya berkorelasi dengan analgesia berikutnya. Oleh karena itu, ukuran dosis awal skor nyeri selama 30 menit pertama mungkin berharga untuk memprediksi manajemen nyeri individu⁷.

Bolus Dose

Dosis bolus adalah jumlah obat yang diberikan oleh pompa PCA ketika pasien menekan tombol. Satu dosis yang sama dengan loading dose yang

diberikan diantara pemberian PCA. Ukuran dari bolus mempengaruhi keberhasilan PCA: jika terlalu kecil analgesia tidak akan memadai; jika terlalu besar efek samping akan berlebihan. Dosis bolus optimal adalah dosis yang menyediakan analgesia memuaskan tanpa efek samping yang berlebihan; dosis morfin optimal adalah 1 mg, tetapi pasien bisa secara parsial mengkompensasi dengan meningkatkan tingkat permintaan mereka jika dosis ini terbukti terlalu kecil. Ukuran dosis bolus mungkin perlu disesuaikan dengan pasien berikutnya berdasar skor nyeri. Telah dikemukakan bahwa perubahan cepat konsentrasi morfin dalam darah berkaitan dengan pengiriman bolus PCA dapat berkontribusi untuk efek samping seperti mual dan muntah⁷.

Lockout Interval

Interval lockout adalah waktu setelah pengiriman dosis bolus dimana tidak ada obat lebih lanjut akan disampaikan oleh perangkat PCA. Penentuan periode waktu dimana pasien tidak dapat memencet tombol untuk memberikan *bolus dose*. Interval lockout harus cukup lama untuk memungkinkan pasien mengukur apakah rasa sakit telah memadai. Panjang interval lockout dipengaruhi oleh obat yang digunakan, ukuran dosis bolus, dan rute administrasi. Konvensional, interval lockout antara 5 dan 10 menit telah digunakan, namun beberapa penelitian yang telah meneliti pengaruh interval lockout belum menunjukkan perbedaan⁷.

Background Infus

Sebuah infus analgesia konstan pada tingkat yang dapat dilengkapi dengan dosis bolus. Secara intuitif, itu mungkin diharapkan bahwa background infus akan meningkatkan kualitas anti nyeri pada orang dewasa. Namun, background infus benar-benar meningkatkan jumlah opioid dan meningkatkan risiko efek samping tanpa secara signifikan meningkatkan analgesia atau profil tidur. Background infus juga meningkatkan risiko depresi pernapasan dan oleh karena itu tidak direkomendasikan untuk penggunaan rutin pada orang dewasa. Namun, background infus mungkin

wajar pada beberapa pasien. Misalnya, pada pasien yang sudah menerima opioid dan yang cenderung memiliki beberapa toleransi opioid, background infus dapat digunakan untuk menggantikan dosis pemeliharaan pasien dari opioid. Jika pasien menerima background infus tidak menuntut dosis bolus yang terlalu tinggi. Sebaliknya, background infus bermanfaat pada anak-anak, meskipun ada beberapa keraguan mengenai tingkat ideal infus⁷.

Four Hour Limit

Penentuan volume obat maksimum yang diberikan selama periode 4 jam. Dosis limit adalah Batas dosis adalah jumlah maksimum dosis pasien dapat menerima selama periode waktu tertentu. Tidak ada bukti nyata yang membatasi dosis meningkatkan keamanan PCA⁷.

PCA Dose

Besarnya dosis yang diberikan setiap waktu pasien mengaktifkan tombol pompa.

Basal Rate

Besarnya dosis obat yang diberikan secara kontinyu

Rasio injection/attempts

Rasio injection/attempts lebih sering dicatat sebagai upaya/suntikan atau permintaan/pengiriman, adalah jumlah sukses dosis analgesia pasien telah diterima dibandingkan dengan jumlah kali pasien telah menuntut dosis. Hal ini dapat digunakan untuk "profil" kecukupan analgesia, sebuah rasio pengiriman lebih besar dari 3. Permintaan 1 menunjukkan sebagai program pompa tidak memadai (biasanya interval lockout adalah terlalu lama) atau pemahaman pasien kurang^{2,7}.

INDIKASI DAN KONTRAINDIKASI

Indikasi^{2,7} :

- Pasien menyetujui penggunaan PCA dan mengerti cara menggunakannya
- Pasien dengan nyeri sedang sampai berat setelah operasi
- Pasien yang tidak dapat diterapi dengan analgesia oral

Kontraindikasi^{2,7}:

- Pasien menolak
- pasien tidak mampu memahami teknik seperti hambatan bahasa, usia yang ekstrem.

Penggunaan hati-hati pada pasien dengan:

- masalah respirasi (COPD berat)
- masalah jantung yang berat
- *renal failure, renal and biliary colic*
- pasien dengan sakit mental atau *confused*
- alergi dengan morphine atau obat yang digunakan

KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN PCA

Keuntungan dari penggunaan PCA adalah^{2,7}:

1. Efek onset cepat (5-10 menit)
2. Waktu yang lebih pendek antara persepsi nyeri yang terjadi dan penanganan nyeri.
3. Sedasi yang ringan selama pemberian obat.
4. Mengatasi nyeri dengan penggunaan obat-obatan yang minimal.
5. Meminimalkan "screening" yang tidak tepat.
6. Mengurangi komplikasi pulmoner post operatif.
7. Menurunkan insiden infeksi.
8. Pemulihan fungsi usus lebih cepat terjadi.
9. Kembalinya aktivitas fisik dan rehabilitasi lebih dini.
10. Mempercepat pemberian obat-obatan secara oral.

Kerugian dari penggunaan PCA adalah^{2,7}:

1. Perangkat infus mahal, jarum suntik dan tubing
2. Pasien lansia mungkin kurang mengerti
3. Kesalahan dalam memprogram pompa PCA

METODE PATIENT CONTROLLED ANALGESIA

PCA dapat digunakan untuk pengobatan nyeri pasca operasi akut pada orang dewasa dan anak-anak berumur 5 tahun, trauma, dibidang kebidanan, penyakit medis akut seperti krisis sel sabit, dan sakit ganas. Beberapa pasien dengan kekhawatiran overdosis, kecanduan, kurangnya pengawasan dengan perawat, dan disfungsi mesin maka diperlukan konseling pra operasi dalam penggunaan PCA, dan hal tersebut sangat

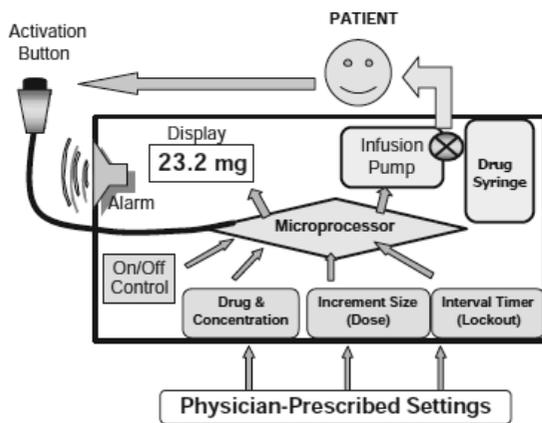
membantu dalam mengurangi tidak hanya ketakutan ini tetapi juga konsumsi opioid pada PCA dan keparahan efek samping⁷.

Penggunaan PCA yang efektif memerlukan pemeliharaan peralatan yang memadai, protokol yang tepat, dan pemantauan catatan standar. Kurang bermanfaatnya PCA dapat dikaitkan oleh kurangnya pengetahuan di kedua pasien dan lingkungan staf. Evaluasi meliputi skor nyeri (saat istirahat dan pada gerakan), skor sedasi, laju pernapasan, konsumsi opioid (upaya/suntikan), efek samping dan tingkat keparahan mereka, dan perubahan program pompa PCA. PCA harus dilanjutkan sampai analgesia lisan biasa telah ditetapkan untuk pasien. Selain itu, mungkin membantu untuk mengatur ambang batas bawah opioid yang dikonsumsi sebelum penghentian PCA⁷.

PCA dengan opioid memberikan analgesia signifikan lebih baik dari opioid yang diberikan dengan teknik konvensional. Namun, konsumsi opioid secara keseluruhan tidak berbeda secara signifikan. Meskipun hal ini terkait dengan nyeri yang lebih rendah dan skor nyeri yang lebih baik dari analgesia intramuskular, PCA tidak seefektif analgesia epidural⁷.

Secara tradisional, PCA diberikan melalui rute intravena, tapi rute subkutan, epidural, dan intranasal dapat juga digunakan. Rute subkutan dibandingkan rute intravena untuk PCA memerlukan penggunaan lebih larutan pekat dari opioid. Selain lebih tinggi penggunaan opioid untuk pemberian subkutan, dua rute memberikan analgesia sebanding dengan tidak ada perbedaan dalam insiden mual dan muntah⁷. Pasien Controlled analgesia epidural (PCEA) menjadi semakin populer, meskipun beberapa berpendapat bahwa biaya yang lebih tinggi dan kompleksitas yang lebih besar dari teknik ini tidak sebanding. Background infus (hingga 30% dari maksimum jam bolus dosis) terkait dengan periode lockout diperpanjang (30 menit) biasanya digunakan. Opioid larut lemak seperti fentanyl, diamorfin, dan butorphanol telah berhasil dikelola oleh meteran-dosis intranasal semprot. Sistem ini sederhana namun terbatas pilihan untuk berbagai dosis analgesik atau untuk pemantauan dosis mungkin perlu disesuaikan

dengan skor nyeri^{2,7}.



Gambar 4. Disain Teknis PCA²

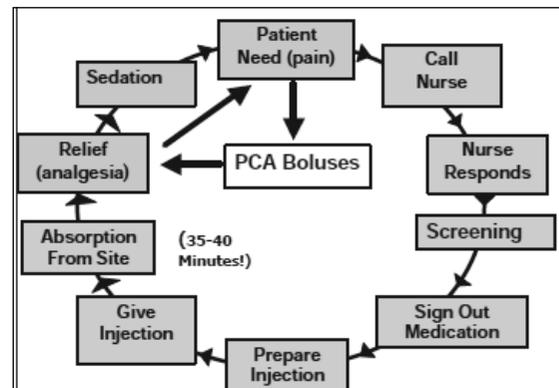
Perkembangan teknologi komputerisasi memungkinkan untuk mengembangkan PCA. Dengan menekan tombol, pasien dapat memberikan sendiri dosis dengan tepat untuk opioid intravena sesuai kebutuhan dasar. Dokter memprogram pompa infus untuk memberikan dosis spesifik, interval minimal diantara dosis (*lockout period*) dan jumlah maksimum opioid yang dapat diberikan dalam periode tertentu biasanya 1 atau 4 jam. Infus basal dapat juga diberikan bersamaan. Pada pemberian PCA pertama, seharusnya diberikan *loading dose* oleh staf medis atau pasien sendiri dapat memberikan dosis *loading* pada jam pertama¹².

Fitur mesin PCA yang paling modern memiliki sistem kesamaan dengan mikroprosesor yang memungkinkan pasien untuk berinteraksi (dalam batas-batas dosis yang telah ditetapkan dan lockout interval) dengan pompa infus terhubung ke jalur intravena (Gambar 4). Perangkat ini diaktifkan dengan menekan remote tombol aktivasi yang terhubung ke mesin. Setiap menekan tombol ini disebut permintaan analgesia. Hasil aktivasi pompa sukses dalam penyampaian suatu "tambahan" atau "bolus" dosis. Bolus Dosis dapat disampaikan sesuai dengan konsentrasi obat (Miligram per mililiter), volume larutan (mililiter), atau keduanya².

Alat PCA bervariasi, mulai dari yang sederhana atau kompleks, secara mekanik ataupun elektronik, yang biasanya bersifat disposibel dan ringan serta mobilitas pasien bisa maksimal.

Namun demikian alat PCA secara mekanik kurang fleksibel dibandingkan yang elektronik karena membutuhkan waktu untuk pengaturan dosis bolus dan *lockout time*. Beberapa mode dikenal untuk pompa infus PCA elektronik, yaitu :

- Mode PCA: alat hanya memasukkan sejumlah obat bila diinginkan.
- Mode *Continuous Pump*: alat bekerja seperti *continuous pump*.
- Mode PCA + *Continuous Pump*: alat secara terus menerus memberikan sejumlah obat, tetapi sekaligus dapat menambahkan dosis tertentu atas permintaan penderita sesuai dengan yang ditentukan oleh dokter sebelumnya.



Gambar 5. Siklus Nyeri Pasien dihubungkan dengan dosis opioid PRN vs PCA²

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode pompa PCA bila dibandingkan dengan mode *continuous pump*, menyebabkan pasien akan menerima lebih banyak opioid, penanganan nyeri kurang optimal dan kesalahan pemrograman pompa dapat terjadi. Rekomendasi yang menjadi latar belakang penggunaan mode *continuous pump*³¹:

- Menghindari penggunaan infus kontinu secara rutin.
- Penambahan mode *continuous pump* untuk indikasi tertentu.
- Kecepatan infus ditetapkan sesuai dengan kebutuhan.
- Memutuskan apakah mode *continuous pump* dibutuhkan hanya pada malam hari atau sepanjang hari.

- Pemberian edukasi secara teratur tentang prosedur program pompa PCA

Kepuasan pasien dengan PCA tetap lebih tinggi daripada dengan teknik administrasi konvensional, bahkan ketika PCA tidak memberikan analgesia yang sempurna. Selain itu, pasien yang telah mengalami tradisional analgesia intramuskular dan PCA mengungkapkan luar biasa preferensi untuk PCA. Kepuasan secara signifikan berkorelasi dengan rasa kontrol atas nyeri daripada intensitas nyeri itu sendiri. Pasien tampaknya puas dengan fakta bahwa penyedia layanan mereka berusaha untuk memberikan bantuan nyeri bahkan jika hasilnya tidak selalu berhasil, karena dinilai dari skor nyeri pasca operasi⁷.

Pada penggunaan PCA dapat diprogram untuk beberapa variabilitas meliputi dosis bolus, *lockout interval* (yaitu jarak waktu minimal ulangan pemberian obat, yang ditentukan oleh dokter dan *Four hour dose limit*) yaitu jumlah obat maksimal yang boleh diterima oleh pasien dalam waktu 4 jam, yang juga ditentukan oleh dokter. Kebutuhan atau dosis bolus yang optimal adalah hal yang integral untuk efikasi analgetik PCA intravena, oleh karena dosis kebutuhan yang tidak mencukupi akan menghasilkan analgetik yang tidak adekuat, sedangkan kebutuhan yang berlebihan akan mempertinggi insiden terjadinya efek samping yang tidak diinginkan seperti depresi napas¹¹.

Suatu meta-analisis awal dari 15 uji random membandingkan dosis sesuai kebutuhan (PRN) intramuskular dengan PCA intravena menunjukkan bahwa PCA intravena memberikan efikasi analgesik yang lebih signifikan. Egbert dan kawan-kawan yang membandingkan penggunaan PCA dengan pemberian *morphine* secara intramuskuler pada orang tua menunjukkan bahwa PCA mengatasi nyeri lebih baik dan kejadian komplikasi pulmoner yang lebih sedikit. Pasien lebih cenderung menyukai PCA intravena dibandingkan dengan pemberian opioid lain secara intramuskular atau subcutan. Kepuasan pasien lebih besar pada PCA intravena yang menghasilkan analgetik yang superior¹¹.

Beberapa kondisi yang memungkinkan terjadinya kesalahan dalam perencanaan penggunaan PCA yaitu²:

Operator errors

1. Kesalahan memprogram alat PCA
2. Kerusakan pada klem pipa atau pipa tidak terklem.
3. Pengisian *syringe* yang tidak tepat.
4. Ketidakmampuan untuk berespons terhadap alarm pengaman.
5. Alarm pengaman yang tidak berfungsi.
6. Pemberian dosis yang tidak sesuai perintah.
7. Keterlambatan penyediaan *syringe* pengganti dari farmasi.
8. Penempatan kunci pompa PCA yang salah.

Patient errors:

1. Tidak memahami terapi PCA.
2. Ketidakmampuan menekan tombol dosis secara efektif.
3. Pengertian yang salah tentang alat pompa PCA.
4. Bingung atau cepat lupa.
5. Penggunaan analgesik yang disengaja.

Mechanical problems:

1. Tidak dapat diberikan sesuai kebutuhan.
2. *Syringe* atau botol obat yang retak.
3. Katup penghubung konektor yang rusak.
4. Sistem alarm rusak.
5. Kateter intravena yang bocor.
6. Alat tidak berfungsi.

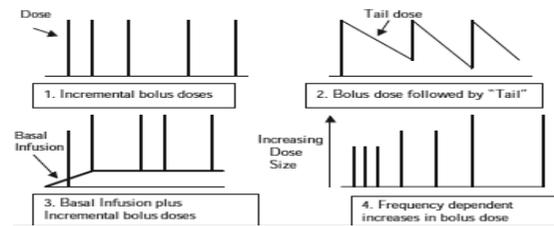
Dengan pendidikan pasien yang tepat dan dosis opioid, rasio kebutuhan analgesik dibandingkan dosis tambahan disampaikan harus mendekati 1. Sedangkan perangkat IV PCA sebelumnya diperbolehkan untuk parameter masuk hanya mililiter atau miligram, banyak model-model baru juga memungkinkan untuk masuk unit mikrogram, sehingga mengurangi potensi kesalahan pemrograman ketika menggunakan fentanil atau sufentanil.

Kebanyakan pompa IV PCA memiliki bunyi beep dan isyarat visual saat keberhasilan

pengiriman bolus tambahan, sehingga memberikan peringatan pada pasien telah terjadi penguatan dosis. Sebuah lockout interval secara bersamaan terlibat pada saat tambahan dosis disampaikan dengan demikian memastikan bahwa dosis lain tidak dapat diberikan dalam batas waktu yang telah ditetapkan. Delay dosis ini merupakan salah satu pengamanan kunci yang terkait dengan IV PCA. Ini dirancang untuk melindungi pasien dari potensi overdosis sekunder. Interval lockout dalam batas efek jumlah tambahan bolus dapat diatur sendiri oleh pasien selama periode waktu. Peningkatan sedasi dan tidur biasanya terjadi kemudian sebelum pasien mampu untuk menambah jumlah besar dosis yang cukup untuk menyebabkan overdosis. Banyak perangkat menyimpan jumlah upaya (tuntutan) serta jumlah tambahan bolus yang disampaikan sebelumnya dalam 12 dan 24 jam terapi. Mekanisme keamanan kedua yang membantu meminimalkan overdosis batas dosis maksimum. Perlindungan tambahan ini biasanya ditetapkan baik miligram kumulatif 1 atau 4 jam atau mikrogram dosis limit. Dosis awal pemuatan, dosis permintaan, tingkat infus basal, dan interval lockout adalah fungsi yang diprogram dokter dari kebanyakan sistem IV PCA. Pasien mengontrol frekuensi bolus yang diberikan. Memilih ukuran tambahan bolus dan interval lockout terutama tergantung pada plasma kinetika dan penetrasi SSP dari obat tertentu yang digunakan. Incremental bolus yang diukur harus memadai untuk memberikan analgesia pasien dengan durasi sekitar 15 menit sampai 1 jam sebelum dosis tambahan yang diperlukan, tapi tidak begitu besar sehingga tidak terjadi sedasi berlebihan yang dialami. Setelah pemberian IV, plasma konsentrasi opioid menurun dengan cepat sebagai hasil obat mendistribusikan kembali dari darah ke jaringan perifer. Dengan demikian, ketika IV PCA dimulai, dosis muatan umumnya diperlukan untuk mencapai konsentrasi plasma terapeutik².

Sebagai tambahan untuk pengamanan pada pemberian obat yang terkomputerisasi (*computerized drug-delivery safeguards*), keamanan PCA sendiri sebetulnya adalah berbasis pada prinsip jika pasien menjadi terlalu mengantuk,

pasien tidak akan mampu menekan tombol yang menghantarkan opioid. Lainnya, misalnya anggota keluarga atau perawat tidak diperbolehkan menekan tombol untuk pasien¹².



Gambar 6. Bentuk Pengiriman PCA-IV
(Benjamin, 2009)

OBAT-OBATAN PADA PATIENT CONTROLLED ANALGESIA

Opioid yang merupakan standar untuk PCA adalah *morphine*, meskipun opioid yang lain dapat dipertimbangkan pada kondisi tertentu. Opioid bekerja melalui aksi pada reseptor pada medula spinalis dan sistem saraf pusat CNS menimbulkan analgesia, *euphoria* dan sedasi. Opioid juga dapat menimbulkan efek samping seperti depresi respirasi, *nausea*, *vomiting*, konstipasi dan pruritus^{2,7}.

Pilihan opioid yang paling populer digunakan pada PCA adalah *morphine*, tetapi golongan opioid lainnya dapat pula digunakan. Idealnya analgesik yang digunakan pada PCA haruslah memiliki mulai kerja analgesik yang cepat, efikasi yang tinggi untuk mengatasi nyeri dan mempunyai lama kerja yang sedang/ intermediate (sekitar 30 sampai 60 menit), tidak menimbulkan ketergantungan atau toleransi serta memiliki efek samping atau interaksi obat yang minimal (Benjamin, 2009). Pemberian *morphine* dengan PCA setelah operasi besar, pada pasien dewasa membutuhkan 2-3 mg/ jam dalam 24-48 jam dan 1-2 mg/jam dalam 36-72 jam¹¹.

Penggunaan rutin infus basal (*back-ground*) masih kontroversial. Klinisi yang menganjurkan infus basal mempercayai bahwa hal ini akan mencegah penurunan level analgesia yang cukup besar ketika pasien tertidur. Agaknya pasien kurang menyukai untuk terbangun dalam keadaan nyeri yang berat¹¹.

Tabel 3. *Pedoman Dosis Bolus, Lockout Interval, dan Background Infusion Rate untuk opioid Analgesik yang digunakan dalam Pasien-Controlled Analgesia intravena⁷*

	Drug Concentration (mg/mL)	Bolus Dose (mg)	Lockout Interval (min)	Background Infusion Rate (mg/hr)*
Fentanyl	0.01	0.01–0.02	5–10	0.02–0.1
Hydromorphone	0.2	0.1–0.5	5–10	0.2–0.5
Meperidine	10	5–15	5–12	5–40
Morphine	1	0.5–3.0	5–12	1–10
Oxymorphone	0.25	0.2–0.4	8–10	0.1–1.0

* Penggunaan rutin background infus dengan PCA TIDAK direkomendasikan

Tabel 4. *Pedoman Dosis Bolus dan Lockout Interval untuk opioid Analgesik yang digunakan di subkutan pada Pasien-Controlled Analgesia⁷*

	Drug Concentration (mg/mL)	Bolus Dose (mg)	Lockout Interval (min)
Hydromorphone	1.0	0.2	15
Morphine	5.0	1.0	10
Oxymorphone	1.5	0.3	10

Klinisi lain berpendapat bahwa oleh karena tingginya variabel farmakokinetik diantara pasien dan kadang-kadang terjadi penurunan kebutuhan analgesi yang cepat pada pasien post operasi dan infus basal lebih sering menimbulkan depresi respirasi. Pada keadaan tertentu, faktor-faktor yang berkaitan dengan depresi respirasi yang berat membutuhkan pemberian naloxone selama pemberian PCA, yaitu adanya infus basal, pasien usia lanjut dan hipovolemia. Pasien yang diuntungkan dengan diberikan infus basal secara kontinyu membutuhkan opioid dalam jumlah yang lebih besar. Dari konsumsi selama 24 jam, 30-50% diberikan dengan infus basal. Sehingga pasien dengan konsumsi 60 mg morphine perhari dapat aman diberikan dengan infus basal 1-1,5 mg/jam²¹.

Karakteristik individu pasien mempengaruhi dosis total yang diberikan, persyaratan dosis bolus, dan efektivitas keseluruhan. Umur, jenis kelamin, dan berat badan sering dianggap faktor penting yang mempengaruhi terapi farmakologis. Dengan memperhatikan IV PCA, penelitian telah menunjukkan bahwa usia terbalik mempengaruhi

dosis opioid dan merupakan prediktor terbaik dari persyaratan morfin IV PCA selama 24 jam pertama setelah pembedahan. Jenis kelamin dan berat badan tidak memprediksi kebutuhan opioid. Memiliki pemahaman bahwa pasien yang lama toleran terhadap opioid, dan orang-orang dengan riwayat sakit kronis, telah meningkatkan dosis total kebutuhan PCA. Orang-orang ini harus diberikan dosis opioid awal di samping pasca operasi. IV PCA dapat digunakan dengan sukses pada pasien opioid-toleran, penambahan daerah terapi analgesia dan adjuvant harus selalu dipertimbangkan. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kebutuhan dosis IV PCA termasuk faktor psikologis, variasi genetik (polimorfisme reseptor-opioid). Keputusan individu menekan tombol PCA tetap penting untuk kesuksesan penggunaan IV PCA. Dalam hal ini, gangguan kognitif dan faktor psikologis, seperti rasa takut dan kebingungan, mungkin memerlukan pertimbangan farmakodinamik sehingga pasien dapat menerima rasa sakit lebih buruk atau tidak dapat mencapai manfaat maksimal dari IV PCA².

Dalam review sistematis terbaru tentang keamanan dan kemanjuran PCA untuk nyeri pasca operasi akut, Walder et al menganalisis data dari 288 uji coba terkontrol secara acak, membandingkan opioid dikelola oleh IV PCA dengan analgesia opioid konvensional (Intravena, subkutan, dan intramuskular). Ulasan ini mempresentasikan data menunjukkan bahwa terapi IV PCA lebih superior dalam hal kontrol nyeri pasca operasi. Analgesik poin akhir yang mendukung PCA dan data gabungan menunjukkan bahwa perbedaan secara statistik signifikan. Namun, jumlah konsumsi opioid tidak berbeda dengan dua metode, dan kejadian terkait efek samping opioid (yaitu, depresi pernafasan, hipoksia, mual dan muntah, sedasi, retensi urin) adalah sama. Mu agonis opioid reseptor sama-sama efektif pada dosis equianalgesic (misalnya, 10 mg morphine = 1 mg oxymorphone, = 2 mg hydromorphone = 100 mg meperidine.). Dengan dosis IV PCA standar, morfin, meperidine, dan fentanil memiliki efek yang sama pada motilitas GI dan tekanan empedu. Metabolit dan rute eliminasi sangat berbeda antara agonis tersebut dan menyediakan satu alasan untuk memilih salah satu opioid diatas yang lain untuk IV PCA².

Selama tahun pertama pelayanan nyeri akut di *York District General Hospital* (U.K), 4 dari 510 pasien (0,8%) yang menerima *morphine* secara i.v dengan menggunakan PCA mengalami over sedasi dengan obstruksi jalan napas yang diterapi dengan *naloxon* i.v, 3 yang menderita depresi pernapasan dikaitkan dengan frekuensi ventilasi yang kurang dari 10 kali per menit. Etches (1994) melaporkan insiden depresi respirasi yang dihubungkan dengan PCA sekitar 0,5%. Pada sebuah *Canadian survey*, insiden depresi pernapasan yang berhubungan dengan penggunaan PCA sekitar 0,3% dan pada audit 1.233 pasien di Cina yang menggunakan *morphine* i.v dengan PCA, kejadian *bradipnoe* dan penurunan saturasi oksigen dilaporkan sekitar 0,5% dan 1,6%⁹.

Hydromorphone merupakan alternatif yang baik untuk pasien yang intoleran terhadap *morphine* atau pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal karena di metabolisme dihepar dan diekresikan dalam bentuk tidak aktif. Karena

potensinya sekitar 6 kali lebih poten dari morfin, dosis 0,2 mg *hydromorphone* ekuianalgesik dengan 1 mg *morphine* dan biasanya untuk pompa PCA dengan konsentrasi 0,5 mg/ml atau 1 mg/ml².

Fentanyl dengan potensi 80-100 kali dari *morphine* dan mempunyai onset yang lebih cepat sehingga cocok untuk PCA, 25-30 µg fentanyl ekuianalgesik dengan 1 mg *morphine*, merupakan alternatif pada pasien dengan gangguan ginjal².

Patricia (2010), meneliti 23 ibu hamil, ASA I – II mendapat PCA, fentanyl dengan *loading dose* 50 µg dengan dosis *basal rate* 20 µg per jam, menyimpulkan fentanyl lebih efektif dibanding Alfentanyl sebagai analgesia pada stage pertama persalinan.

Tramadol hydrochloride yang mempunyai efek analgesik sentral dengan berikatan dengan reseptor opioid dan mekanisme non-opioid (menghambat uptake monoamine norepineprin dan serotonin) dipergunakan luas untuk PCA. Tramadol mempunyai potensi 1/6-1/10 potensi morphine dan dosis 10 mg tramadol ekuianalgesik dengan 1 mg morphine dengan interval lockout 5-10 menit. Meperidine secara tradisional merupakan agonis opioid kedua yang paling umum diresepkan untuk PCA IV. Namun, karena neurotoksik penggunaan rutin untuk IV PCA telah terbatas. Meskipun normeperidine tidak memiliki sifat analgesik, akumulasi normeperidine menyebabkan SSP eksitasi, sehingga berbagai reaksi beracun dari kecemasan dan tremor, serta kejang grand mal. Meperidine adalah kontraindikasi absolut untuk IV PCA dengan disfungsi ginjal, gangguan kejang, dan pada mereka yang menggunakan monoamine oxidase inhibitor (MAOIs) karena potensi interaksi obat mematikan menyebabkan sindrom hiperpireksia ganas. Untuk alasan ini, disarankan bahwa meperidine digunakan untuk jangka waktu pendek, dalam dosis hati-hati dipantau, dan hanya pada pasien yang telah menunjukkan intoleransi terhadap semua opioids lain. Permintaan dosis 10 mg meperidine adalah equianalgesic 1 mg morfin².

Dalam penelitian pada 50 pasien dewasa yang menjalani operasi orthopedi yang membandingkan penggunaan tramadol 1,25 mg/kg dicampur lysine

acetyl salicylate 12,5 mg/kg (Group 1) dengan tramadol 2,5 mg/kg (Group 2) yang diberikan secara bolus dan dilanjutkan dengan PCA. Total konsumsi tramadol pada group 2 dibanding group 1 (614±259 mg vs 923±354 mg) dan menyimpulkan bahwa aspirin dapat digunakan dengan efektif dan aman sebagai adjuvan pada tramadol untuk PCA setelah operasi orthopedi³³.

Oxymorphone (numorphan, Opana suntik) juga telah digunakan untuk IV PCA. Dalam evaluasi pascaoperasi acak, PCA bolus oxymorphone (0,3 mg) diberikan untuk kontrol nyeri yang efektif lebih unggul dibanding morfin dan meperidin dalam hal waktu untuk mencapai efek analgesik puncak, kejadian sedasi berlebihan, dan pengurangan maksimum dalam intensitas nyeri skor. Pasien yang diobati dengan oxymorphone terutama dengan infus basal 0,3 mg/jam terganggu oleh insiden mual yang lebih tinggi. Berdasarkan informasi ini, disarankan agar dosis bolus PCA harus dikurangi menjadi 0,15-0,2 mg dan basal infus dieliminasi pada pasien toleran opioid².

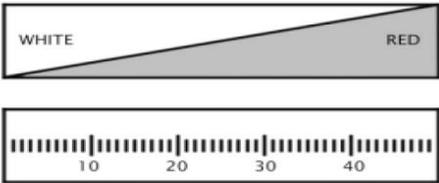
Sufentanil, alfentanil, dan remifentanil juga telah digunakan untuk PCA dengan sufentanil yang telah yang paling banyak dipelajari. Sebaliknya dengan opioid bertindak lebih lama, infus latar belakang kecil adalah penting untuk

mempertahankan analgesia dengan fentanyl, sufentanil, dan alfentanil. Bila menggunakan sufentanil, dosis permintaan awal 2-4 mcg tampaknya paling sesuai. alfentanil adalah agonis opioid lemah murni, dan bisa menjadi pilihan yang buruk untuk terapi IV PCA karena kekurangan dosis optimal dan durasi efek sangat terbatas. remifentanil mungkin cocok untuk IV PCA hanya dalam kondisi sakit episodik berat, seperti nyeri persalinan, karena durasi sangat cepat².

MONITORING PASIEN

Monitoring merupakan peralatan yang penting dalam memfasilitasi keamanan penggunaan PCA⁴. *Monitoring* tanda vital diikuti dengan protokol penggunaan PCA dibutuhkan oleh pasien dan dilaksanakan pada masing-masing institusi dengan menggunakan seperangkat standar perawatan. Observasi seharusnya dicatat pada lembar observasi. Selain melakukan pemeriksaan rutin untuk observasi post operasi (RR, BP dan HR), pemeriksaan secara teratur terhadap sedasi dan nyeri dan dicatat pada lembar khusus PCA. *Monitoring* yang dilakukan dalam prosedur penggunaan PCA dalam mengatasi nyeri mencakup *monitoring* terhadap fungsi vital dan *monitoring* terhadap nyeri itu sendiri³¹.

Tabel 5. Metode Penilaian Derajat Nyeri²⁴

<i>Verbal Rating Scale</i>	0 = Absent 1 = Mild 2 = Distressing 3 = Excruciating
<i>Numerical Rating Scale</i>	Which number describes your pain ? 0.....5.....10
<i>Visual Analouge Scale</i>	
<i>Function Assesment</i>	Can you move ? Can you cough ?

Monitoring terhadap fungsi vital yang dilakukan untuk menilai kondisi pasien secara umum, yang juga sangat penting dalam menilai efek samping obat yang terjadi. *Monitoring* meliputi tingkat kesadaran dan sistem pernapasan (yang dapat membedakan gangguan jalan napas dan gangguan pernapasan di mana monitoring dilakukan dengan pemeriksaan fisik pernapasan dan dilengkapi dengan penggunaan *pulse oxymetri* dan analisa gas darah), serta sistem sirkulasi¹¹.

Untuk monitoring nyeri ada beberapa *scoring* yang dapat dipakai untuk menilai tingkat nyeri antara lain: *verbal rating sale*, *numerical rating sale*, *visual analog sale*, dan *function assessment*.

Penilaian tingkat sedasi sangat tepat untuk mendeteksi lebih dini pada depresi nafas yang disebabkan oleh opioid daripada penurunan frekuensi nafas, oleh karena episode hipoksemia sering terjadi pada keadaan frekuensi respirasi tidak rendah. Pasien yang oversedasi dapat merespon stimulasi yang agresif yang meningkatkan frekuensi nafas dan derajat kesadaran sementara waktu, sehingga hal ini tidak dapat diasumsikan bahwa keadaan masih aman. Rangsang minimal dan suara lebih direkomendasikan untuk penilaian sedasi⁴. Tingkat sedasi dapat dinilai dengan *Pasero Opioid Sedation Score* (POSS) (tabel 6.)

Tabel.6 *Opioid Induced Sedation Score*⁴

<i>Pasero-McCaffery Opioid-induced Sedation Scale</i>
<i>S = Sleep, easy to arouse</i>
<i>1 = Awake and alert</i>
<i>2 = Slightly drowsy, easily aroused</i>
<i>3 = Frequently drowsy, arousable, drifts off to sleep during conversation</i>
<i>4 = Somnolent, minimal of no response to physical stimulation</i>

Secara ideal hasil *monitoring* penggunaan PCA yang baik haruslah memenuhi kriteria sebagai berikut¹¹:

1. *Visual Analog Scale* kurang dari 5
2. Frekuensi nafas lebih dari 8 kali per menit
3. Tingkat sedasi mempunyai nilai = 0
4. Skor muntah = 0

Jika terjadi depresi respirasi atau dicurigai oversedasi yang perlu dilakukan¹⁰:

- Hentikan PCA
- Hentikan seluruh infus lain yang memberikan efek sedasi
- Mencoba untuk membangunkan pasien
- Jika *apneu* : berikan *bag and mask ventilation* dengan oksigen 100%
- Jika bernafas : menjaga *airway*, monitor saturasi oksigen dan berikan oksigen dengan *face mask* 8 L/ menit
- Cek sirkulasi. Jika *pulseless* : mulai *chest compressions*
- Pemberian nalokson jika dicurigai toksisitas opioid

EFEK SAMPING

Efek samping dan risiko penggunaan PCA yaitu mual, muntah, pruritus, retensi *urine* dan depresi respirasi. Efek samping yang paling sering adalah dari opioid berupa *nausea*, *vomiting*, *itching*, dan *ileus*. Hampir semua overdosis yang berkaitan dengan PCA terjadi dari kesalahan parameter program. *Shiphoning* dari sejumlah besar opioid dalam infus intravena pasien (terjadi pada celah/ retak pada sistem penghantaran) jarang terjadi, tetapi mempunyai potensial masalah yang serius pada sistem lama, pada sistem yang baru perubahan dalam *mounting design* dan *antisiphoning valves* mengatasi masalah ini. Malfungsi mekanik pada peralatan PCA telah dilaporkan tetapi sangat jarang¹¹.

Nausea and vomiting—penyebab post operative nausea and vomiting (PONV) adalah multifaktorial. Opioid juga dapat menginduksi PONV yang membutuhkan terapi dengan antiemetik. ***Vomiting score* : tiap jam untuk 12 jam pertama, selanjutnya tiap 4 jam atas indikasi.** Sejumlah besar survei telah dianggap kejadian mual dan muntah yang berhubungan dengan PCA. Keseluruhan kejadian tampaknya akan berada di wilayah 20%. Sejumlah strategi telah digunakan untuk mengurangi insiden mual dan muntah pasca operasi (PONV), termasuk menambahkan antiemetik ke PCA infus. Prometazin, cyclizine, droperidol, ondansetron,

dan granisetron semuanya telah dicoba. Namun, satu-satunya antiemetik yang efektif dengan PCA adalah droperidol. Dosis optimal adalah 0,05 mg droperidol per 1 mg morfin. Namun, praktek menambahkan antiemetik ke infus PCA tidak populer, hanya 30 dari setiap 100 pasien yang diobati sehingga akan mendapatkan manfaat, dan sebaliknya 70 dari setiap 100 pasien akan terkena dampak negatif dari droperidol⁷.

Pruritus (itching) – sebagai hasil dari aktivasi reseptor opioid dalam spinal cord. Biasanya pasien merasa tidak nyaman ditandai dengan gosokan dan garukan pada lengan, leher dan muka. *Monitor* tanda-tanda reaksi alergi seperti peningkatan temperatur, *dyspnea*, atau *edema*. Pruritus merupakan efek samping yang relatif umum, mempengaruhi 14% dari pasien yang menerima PCA. Ini bervariasi dalam tingkat keparahan, bisa sulit untuk mengelola, dan mungkin resisten terhadap konvensional pengobatan seperti antihistamin. antagonis opioid seperti nalokson dan naltrexone, serta nalbuphine dan droperidol, efektif dalam mencegah pruritus⁷.

Retensi urine - dapat terjadi inhibisi opioid sistem saraf parasimpatis pada *bladder* (kandung kemih). Penting untuk melakukan palpasi pada *bladder* untuk mengetahui distensi, *monitor* ketat cairan masuk dan keluar. Retensi *urine* biasanya terjadi pada 24-48 jam pertama dan sering hilang secara spontan. Ada bukti yang bertentangan berkaitan dengan pengaruh PCA pada retensi urin. Satu review besar mengamati bahwa kejadian retensi urin adalah enam kali lebih besar dengan PCA dari dengan analgesia intramuskular. Review lain, menemukan insiden retensi urin sangat mirip untuk PCA dan analgesia intramuskular⁷.

Hipotensi - Etiologi dari hipotensi harus ditentukan. Turunnya blood pressure (BP) berkaitan dengan peningkatan *pulse rate*, penurunan *urine output*, hilangnya *turgor* kulit, dan mulut kering merupakan indikasi penggantian *volume* cairan. Jika sistolik ≤ 85 mmHg hentikan infuse PCA, tidur terlentang dengan kaki ditinggikan, berikan O₂ 4 Lt/menit. Administrasi morfin baik melalui PCA dan intramuskular analgesia, serta melalui analgesia

epidural, dapat menghasilkan penurunan tekanan darah (hipotensi). Namun, hipotensi mungkin hasil dari faktor-faktor lain selain teknik analgesik. Hipotensi telah didefinisikan sebagai penurunan tekanan darah sistolik lebih besar dari 20% sampai 30% dari nilai pra operasi stabil, nilai absolut tekanan darah sistolik kurang dari 80 hingga 100 mm Hg, dan sistolik / tekanan darah diastolik kurang dari 90/60 mmHg. Insiden hipotensi dengan PCA, kurang dari 1%, adalah lebih rendah daripada dengan baik intramuskular dan analgesia epidural teknik⁷.

Sedasi - Over sedasi adalah peringatan dari ancaman depresi respirasi. **Score sedasi, respirasi rate dan heart rate setiap satu jam sampai PCA dihentikan, kebutuhan untuk mengurangi frekuensi observasi pada pasien yang menerima PCA jangka panjang.** Sedasi sering terjadi pada periode pasca operasi, tidak hanya dalam hubungan dengan PCA. Namun, sedasi berlebihan terkait dengan PCA dapat mengindikasikan akan terjadinya depresi pernafasan. Dalam survei Eropa, sedasi adalah rutin dinilai dengan 82% dari nyeri akut. Dalam review lain, kejadian sedasi berlebihan terkait dengan PCA adalah 5%, tapi pengulas membuat tidak mencoba untuk mengkorelasikan sedasi dengan depresi pernafasan. Efek psikologis lain yang terkait dengan PCA adalah mimpi buruk, halusinasi, dan serangan panik⁷.

Depresi respirasi - Memeriksa yang teratur *level* dari sedasi, karakter respirasi dan saturasi O₂ sangat penting untuk pasien yang mendapat terapi opioid. Penggunaan *score* sedasi akan memungkinkan menentukan tingkat kesadaran pasien. Jika RR < 8 x/mnt dan *score* sedasi > 2, maka PCA dihentikan. Sejumlah kriteria telah digunakan untuk mendefinisikan depresi pernapasan, termasuk tingkat pernapasan, saturasi oksigen perkutan, analisis gas darah arteri, dan kebutuhan untuk mengelola stimulan pernapasan. Dari jumlah tersebut, tingkat pernapasan adalah yang paling umum digunakan. Sebuah survei Eropa-macam nyeri akut menemukan bahwa tingkat pernapasan secara rutin diukur di 81% dari rumah sakit, sedangkan saturasi oksigen diukur hanya 41%. Tingkat pernapasan kurang dari 10 napas / menit

dan saturasi oksigen nilai kurang dari 90% yang paling sering digunakan untuk mendefinisikan depresi pernafasan. PCA menyediakan ventilasi yang lebih baik dari rute administrasi opioid konvensional (tingkat I bukti). Insiden depresi pernafasan dengan PCA, seperti yang ditunjukkan oleh tingkat pernafasan yang rendah, adalah 1,2%. Insiden desaturasi arteri, meskipun lebih tinggi, masih kurang dari dengan intramuskular opioid analgesia⁷.

Bahaya - Pompa PCA saat ini sangat canggih dan dapat diandalkan, dan kecelakaan obat jarang terjadi. Dalam satu studi, kecelakaan terjadi pada 1,2% dari penggunaan PCA, dimana 52% adalah karena kesalahan operator, 36% adalah terkait peralatan, dan 12% adalah kesalahan efek obat. Kesalahan operator termasuk kesalahan pemrograman, masalah dengan setup mesin PCA, dan pemilihan pasien atau kesalahan terkait pasien. Masalah mekanik dengan teknologi PCA, ketika terjadi, dapat diklasifikasikan sebagai akibat penayangan berlebih, penayangan, atau menyedot. Pada awal mesin PCA, debit listrik statis perangkat lunak yang digunakan untuk mengontrol jarum suntik ini tidak lagi masalah. Tambahan lagi, penggunaan rutin katup antireflux mencegah aliran retrograde dari opioid di jalur intravena, sementara menyedot dicegah oleh pemuatan jarum suntik ke dalam mesin PCA dan memeriksa retakan di ruang jarum suntik / wadah. Akhirnya, satu studi mengamati bahwa penggunaan PCA di rumah sakit pasca operasi secara signifikan terkait dengan peningkatan infeksi luka setelah operasi perut. Mekanisme tidak jelas, dan ada sejumlah variabel pengganggu⁷.

Kematian Berhubungan Dengan PCA

- Untungnya, kematian terkait dengan PCA sangat langka. Kematian PCA terkait didominasi hasil overdosis obat, apakah karena kesalahan pemrograman atau kerusakan pompa, tetapi sering ada faktor penyebab lain, seperti hipovolemia. Menurut satu laporan, 5 kematian terkait dengan penggunaan satu perangkat PCA tertentu terjadi selama 12 tahun dan 22 juta pasien, semua karena kesalahan pemrograman. Para penulis laporan ini memperkirakan

bahwa kemungkinan kematian dari kesalahan pemrograman sangat mirip dengan kemungkinan kematian dari anestesi umum (1: 300.000). Hal ini juga penting menunjukkan bahwa angka-angka ini berhubungan satu PCA tertentu pompa yang memiliki konfigurasi perangkat lunak dimana default pengaturan konsentrasi obat dapat mengakibatkan administrasi dosis yang berlebihan dan konfigurasi perangkat lunak sekarang telah diperbarui⁷.

Beberapa hal yang perlu menjadi perhatian khusus pada pasien yang akan di berikan PCA sehubungan dengan risiko efek samping antara lain¹⁰:

- Jika pasien menerima obat lain yang menyebabkan sedasi (seperti antihistamin, *benzodiazepine*, atau anti konvulsi) maka dapat meningkatkan risiko sedasi dan depresi respirasi.
- Pemberian jangka panjang infus opioid dan gangguan *liver* dan atau *renal* dapat mengubah eliminasi obat dan dapat menghasilkan akumulasi obat dan toksis
- Metabolit *morphine* M3G menyebabkan gangguan sistem saraf pusat (CNS) (termasuk myoklonus dan tremor) dan metabolit *morphine* M6G adalah analgesik yang poten. Kedua metabolit ini dapat terakumulasi pada pasien yang mendapat *morphine* jangka panjang atau pasien dengan gangguan *renal*
- Metabolit *hydromorphone* H3G dapat terakumulasi pada pasien yang mendapat *hydromorphone* jangka panjang atau pasien dengan gangguan *renal*. H3G dapat menyebabkan gangguan sistem saraf pusat (CNS) (termasuk konfusi, tremor dan agitasi
- Infus pethidine dapat menghasilkan metaolit toksik nor-pethidine yang dapat mengakibatkan gangguan sistem saraf pusat (CNS) (seperti konfusi, tremor dan konvulsi)
- Infus fentanyl jangka lama dapat terjadi akumulasi dan berpotensi meningkatkan efek samping opioid.

- Perkembangan toleransi pada opioid dengan pemakaian jangka lama membutuhkan peningkatan dosis opioid.
- Hati-hati menurunkan dosis sangat penting ketika menyapih penggunaan opioid jangka panjang untuk mencegah opioid *withdrawal*
- Peranan orang tua sangat penting mengerti konsep PCA sehingga mereka mendukung penggunaan pada anak mereka. Orang tua seharusnya tidak menekan tombol PCA untuk anak mereka, tetapi mendorong anaknya untuk menggunakan.

PENGHENTIAN PATIENT CONTROLLED ANALGESIA

Penghentian penggunaan PCA adalah sebagai berikut⁹:

- Keputusan untuk menghentikan PCA idealnya dibuat oleh ahli anestesia
- Semua pasien *self-wean off* PCA setelah nyeri yang mereka rasakan berkurang
- Opioid *oral/rectal* dapat diberikan segera setelah PCA dihentikan
- Tanggal dan waktu penghentian PCA harus dicatat pada kartu pemberian PCA
- Jika pasien diprogram untuk analgesia oral, diberikan dosis pertama 1 jam sebelum PCA pump dihentikan.

Appendix 2: Patient Controlled Analgesia Form

Patient Controlled Analgesia Form

NAME _____ AGE _____ SEX _____ WARD _____
 ANESTHETIST _____ FILE No _____ DATE _____
 DIAGNOSIS _____
 MEDICAL PROBLEMS- (plz. tick):
 DM/HTN/IHD/CVA/COPD/ASTHMA/CRF/ SMOKER/ALCOHOLIC.

PCA Drug Options - Please tick one:

	<input type="checkbox"/> Injection MOR phine	<input type="checkbox"/> Injection TRAM adol
PCA Dose	1 mg or <input type="checkbox"/> _ mg	10 mg or <input type="checkbox"/> _ mg
Lockout interval	15 min	10 min
Basal rate	<input type="checkbox"/> 0.5 mg/hr or <input type="checkbox"/> _ mg/hr or <input type="checkbox"/> no basal	<input type="checkbox"/> No basal rate or <input type="checkbox"/> _ mg/hr (1 – 20 mg/hr)
Bolus for Breakthrough Pain	0.02 mg/kg or <input type="checkbox"/> _ mg every 5 min till 0.1 mg/kg	10 mg or <input type="checkbox"/> _ mg every 5 min till 50 mg

DAY	1 am	pm	pm	2 am	pm	pm	3 am	pm	pm	4 am	pm	pm
Dose given												
Attempts												
RR/ SpO2												
Sedation												
Nausea/vomit												
HR/ NIBP												
Pain Score Rest												
Pain Score Movt												
Sign												
NOTES												

Gambar 7. Contoh lembar pengamatan dan pencatatan PCA oleh Acute Pain Service (Hussain, 2012)

KESIMPULAN

PCA adalah suatu metode pemberian obat-obat analgesia dengan menggunakan pompa infus sesuai dengan kepentingan pasien dan diatur sendiri oleh pasien, yang bertujuan untuk memberikan analgesia yang adekuat tanpa menimbulkan efek samping obat yang membahayakan.

Keamanan dan efikasi penggunaan PCA ditentukan oleh beberapa kondisi yaitu efikasi obat analgesia, faktor pasien, faktor peralatan, faktor operator dan monitoring yang secara keseluruhan saling berkaitan dalam mengatasi nyeri.

Dibutuhkan persiapan yang optimal secara keseluruhan meliputi: edukasi pasien, perencanaan alat, monitoring dan penghentian PCA jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

REFERENSI

1. ANZCA. *Acute Pain Management : Scientific Evidence*. Second Edition; Australian Government; 1-220. 2005.
2. Benjamin Sherman. Ikay Enu. Raymond S. Sinatra. *Patient Controlled Analgesia Devices and Analgesic Infusion Pump: Acute Pain Management*. Cambridge University Press. 302-209. 2009.
3. Christopher L. Wu. Robert W. Hurley. Acute Postoperative Pain. In *Miller's Anesthesia*, 6th ed, Elsevier Churchill-Livingstone; 2729-2751. 2009.
4. Craft, J. *Patient-controlled analgesia: Is it worth the painful prescribing process?* *Proc (Bayl Univ Med Cent)*; 23(4):434-438. 2010.
5. Henry Frizelle. *Postoperative Pain Management: An Evidence-Based Guide To Practice*. Saunders Elsevier. Philadelphia: Mechanisms of Postoperative Pain-Nociceptive. 44, 2006.
6. Hussain al mejade. Farah Jafri. *Acute Pain service: operations manuals. Al razi hospital. Kuwait*. 67. 2012.
7. Jeremy N. Chasman. *Patient-Controlled Analgesia. An Evidence-Based Guide To Practice*. Saunders Elsevier. Philadelphia: Mechanisms of Postoperative Pain-Nociceptive. 157-161, 2006.
8. Kleinman W. Mikhail M. *Pain Management*. In *Clinical Anesthesiology*, 4th ed, sec V-18, McGraw-Hill Companies Inc; 359-398. 2006.
9. Macintyre, P.E. *Safety and Efficacy of Patient Controlled Analgesia*. *British Journal of Anaesthesia*, Vol. 87: 36-46. 2011.
10. McKenzie, I. *Patient Controlled Analgesia (PCA)*, *Canadian Journal of Anesthesia* 47: 113-119 (2000) Last Updated 08-feb-2008.
11. Miller, R.D. *Acute Postoperative Pain*; Miller's Anesthesia, sixth edition, 2741-2742. 2005.
12. Morgan, G.E. *Patient Controlled Analgesia, Pain Management*; *Clinical Anesthesiology*, Fourth edition; page 396. 2006.
13. Pang, W.W. *Patient-Controlled Analgesia with Tramadol Versus Tramadol Plus Lysine Acetyl Salicylate*; *Anesth Analg*. 91:1226-1229. 2010.
14. Silvasti M. *Patient Controlled Postoperative: Comparison of Efficacy, Side effects and Safety of Various Regimant*, Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine Toolo Hospital. Helsinki University Central Hospital, Helsinki Finland, <http://ethesia.helsinki.fi>. 2001.
15. Stoelting, R.K. *Opioid Agonists and Antagonist; Pharmacology and Physiology in Anesthesia Practice*. Fourth edition, page 87-124. 2006.